

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
des Klinikums rechts der Isar

Alveolarkamm- und Sinusbodenaugmentation mit autogenem Knochen – eine retrospektive Studie über 13 Jahre

Dennis Oliver Schaller

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität
München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Zahnheilkunde (Dr. med. dent.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:

Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. H. Deppe
2. Priv.-Doz. Dr. Dr. B. Hohlweg-Majert

Die Dissertation wurde am 22.10.2009 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 16.12.2009 angenommen.

*Für meine Eltern
und meine Freundin Kathi*

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	11
2. Folgen von Zahnverlust.....	13
2.1. Bedeutung der Kieferatrophie.....	13
2.1. Implantate im atrophierten Kiefer.....	14
3. Biologie der knöchernen Hartgewebe	15
3.1. Knochengewebe.....	15
3.1.1. Knochenmatrix	15
3.1.2. Knochenstruktur.....	15
3.1.3. Knochenzellen	16
3.2. Knochenbildung (Ossifikation) und Knochenheilung	16
4. Biomaterialien zum Knochenaufbau und Knochenersatz.....	18
4.1. Definition, Einteilung und Eigenschaften	18
4.1.1. Autogene Knochentransplantate.....	19
4.1.2. Allogene Knochentransplantate	20
4.1.3. Xenogene Knochentransplantate.....	22
4.1.4. Alloplastische Knochenersatzmaterialien.....	22
4.2. Wertung.....	23
5. Intraorale Knochenaugmentation	24
5.1. Indikationsstellung.....	24
5.2. Socket Preservation, Ridge Preservation	25
5.2.1. Prinzip und Indikation.....	25
5.2.2. Klinische Vorgehensweise	25
5.2.3. Ergebnisse	25
5.2.4. Sofortimplantation	26
5.3. Horizontale und vertikale Augmentation des Alveolarkammes.....	26
5.3.1. Einleitung.....	26
5.3.2. Gesteuerte Knochenregeneration - Guided Bone Regeneration.....	27
5.3.3. Auf- und Anlagerungsosteoplastiken	28
5.3.4. Distractionsosteogenese des Alveolarkammes.....	35
5.4. Sinusbodenaugmentation.....	38
5.4.1. Prinzip und Indikation.....	38

5.4.2.	Der laterale Sinuslift.....	38
5.4.3.	Der krestale Sinuslift	39
5.4.4.	Knochenersatz im Sinus maxillaris	40
5.4.5.	Komplikationen	40
6.	Ursache und Diagnose der periimplantären Entzündung.....	41
6.1.	Einleitung.....	41
6.2.	Anatomischer Aufbau der periimplantären Weichgewebe im	41
	Vergleich zum natürlichen Zahn	41
6.3.	Einfluss der Implantat-Aufbau-Verbindung.....	42
6.4.	Entstehung und Klassifikation periimplantärer Entzündungen.....	42
6.4.1.	Periimplantäre Mukositis	42
6.4.2.	Periimplantitis.....	43
6.5.	Diagnose periimplantärer Entzündungen	44
6.5.1.	Klinische Parameter zum periimplantären Entzündungszustand	44
6.5.2.	Parameter zur Beschreibung ästhetischer Aspekte	48
6.5.3.	Radiologische Parameter.....	49
7.	Erfolg, Überleben und Misserfolg dentaler Implantate	51
7.1.	Einleitung.....	51
7.2.	Erfolgskriterien.....	52
8.	Material und Methode	54
8.1.	Zusammensetzung des Patientenkollektives.....	54
8.1.1.	Patientenselektion – Ein- und Ausschlusskriterien.....	54
8.1.2.	Patientenkollektiv und Studiengruppen	54
8.2.	Chirurgisches Vorgehen bei Augmentation	56
8.2.1.	Intraorale Transplantatgewinnung.....	56
8.2.2.	Extraorale Transplantatgewinnung vom Beckenkamm	57
8.2.3.	Behandlungsablauf bei lateraler Sinusbodenelevation	57
8.2.4.	Behandlungsablauf bei Auflagerungsosteoplastik.....	60
8.2.5.	Behandlungsablauf bei Distraktionsosteogenese	63
8.3.	Implantatprotokoll	65
8.3.1.	Implantatposition.....	65
8.3.2.	Implantatlänge und –durchmesser.....	66
8.3.3.	Einheilphase der Implantate.....	66
8.3.4.	Prothetische Versorgung.....	67

8.4.	Nachuntersuchung	67
8.4.1.	Klinische Untersuchung	68
8.4.2.	Radiologische Untersuchung	69
8.4.3.	Fragebogen.....	72
8.5.	Bewertung des Behandlungserfolges	73
8.6.	Statistische Auswertung	74
9.	Ergebnisse	75
9.1.	Postoperative Schmerzen und Komplikationen	75
9.1.1.	Protokoll Augmentations-OP	75
9.1.2.	Protokoll Implantations-OP	81
9.1.3.	Protokoll Entnahmemorbidity	86
9.1.4.	Protokoll Distractionsosteogenese	94
9.1.5.	Persistierende Beschwerden	96
9.2.	Befunde der Nachuntersuchung	98
9.2.1.	Klinische Parameter zum periimplantären Entzündungszustand	98
9.2.2.	Parameter zur Beschreibung ästhetischer Aspekte	105
9.2.3.	Radiologische Parameter	110
9.2.4.	Bewertung der Implantatgesundheit nach klinischen und radiologischen Parametern	113
9.3.	Mundhygienegewohnheiten.....	115
9.4.	Patientenzufriedenheit.....	122
9.5.	Nachuntersuchung der prothetischen Versorgung	136
9.6.	Implantatüberleben und Implantaterfolg	139
9.6.1.	Implantatüberlebensrate	140
9.6.2.	Implantaterfolg	148
9.7.	Beurteilung von Art und Weise der Befragung	154
10.	Diskussion	155
10.1.	Diskussion der Methode	155
10.2.	Diskussion der Ergebnisse.....	159
10.2.1.	Mundhygiene und periimplantäre Gesundheit.....	159
10.2.2.	Implantaterfolg nach Sinuslift.....	160
10.2.3.	Implantaterfolg nach Auflagerungsosteoplastik und Distractionsosteogenese	162
10.2.4.	Entnahmemorbidity.....	164

10.2.5. Patientenzufriedenheit	167
10.3. Schlussfolgerung.....	170
11. Zusammenfassung	171
12. Anlagen.....	174
12.1. Anlage 1: Untersuchungsbogen	174
12.2. Anlage 2: Patientenbrief	178
13. Literaturverzeichnis.....	179
14. Danksagung.....	202
15. Lebenslauf	203

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Indices nach Mombelli.....	45
Abbildung 2	Papillenindex nach Jemt.....	49
Abbildung 3	Albrektssons Kriterien.....	52
Abbildung 4	Behandlungsablauf Sinusbodenelevation.....	59
Abbildung 5	Behandlungsablauf bei Auflagerungsosteoplastik.....	62
Abbildung 6	Behandlungsablauf bei Distraktionsosteogenese.....	64
Abbildung 7	Röntgenkontrolle bei Nachuntersuchung.....	70
Abbildung 8	Messvorschriften zum Knochenniveau um Implantate.....	71
Abbildung 9	Berechnung des periimplantären Knochenverlustes.....	72
Abbildung 10	Erweiterte Kriterien zur Bewertung des Implantaterfolges.....	73
Abbildung 11	Survival Function Studiengruppe I.....	142
Abbildung 12	Survival Function Sinuslift BK vs. Sinuslift i.o.	144
Abbildung 13	Survival Function Studiengruppe II.....	146
Abbildung 14	Survival Function Onlay-Graft vs. Distraction.....	148

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Augmentationsmaterialien.....	19
Tabelle 2	Donorregionen und Indikation.....	31
Tabelle 3	ICOI-Kriterien.....	53
Tabelle 4	Patientenkollektiv.....	56
Tabelle 5	Indikation zur Augmentation.....	56
Tabelle 6	Anzahl und Verteilung der Sinusbodenaugmentationen.....	58
Tabelle 7	Operatives Vorgehen bei Sinusbodenaugmentation.....	60
Tabelle 8	Anzahl der Implantate pro Sinus.....	60
Tabelle 9	Heilungsphase nach Augmentation.....	63
Tabelle 10	Implantatposition.....	65

Tabelle 11	Implantatlänge und Durchmesser.....	66
Tabelle 12	Heilungsphase nach Implantation.....	67
Tabelle 13	Schmerzen nach Augmentation.....	76
Tabelle 14	Dauer der Schmerzen nach Augmentation.....	77
Tabelle 15	Ort der Schmerzen nach Augmentation.....	78
Tabelle 16	Hämatom nach Augmentation.....	79
Tabelle 17	Infektion nach Augmentation.....	80
Tabelle 18	Schmerzen nach Implantation.....	82
Tabelle 19	Dauer der Schmerzen nach Implantation.....	83
Tabelle 20	Hämatom nach Implantation.....	84
Tabelle 21	Infektion nach Implantation.....	85
Tabelle 22	Sensibilitätsstörung N. cutaneus femoris lat. postoperativ.....	87
Tabelle 23	Sensibilitätsstörung N. cutan. femoris lat. bei Nachuntersuchung..	88
Tabelle 24	Bewegungseinschränkung postoperativ.....	89
Tabelle 25	Verwendung einer Gehilfe postoperativ.....	90
Tabelle 26	Aussehen der Narbe an der Entnahmestelle.....	91
Tabelle 27	Druckempfindlichkeit der Narbe an der Entnahmestelle.....	92
Tabelle 28	Chirurgische Narbenkorrektur.....	93
Tabelle 29	Komplikationen bei Distractionsosteogenese.....	94
Tabelle 30	Schmerzen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.....	96
Tabelle 31	Ort der Schmerzen bei Nachuntersuchung.....	97
Tabelle 32	Plaqueakkumulation.....	99
Tabelle 33	Sulkusblutung.....	100
Tabelle 34	Sondierungstiefe.....	101
Tabelle 35	Suppuration.....	102
Tabelle 36	Lockerung.....	103
Tabelle 37	Klopfschall.....	104
Tabelle 38	Breite der keratinisierten Schleimhaut.....	106
Tabelle 39	Freiliegende Aufbau- oder Gewindeanteile.....	107
Tabelle 40	Höhe der Interdentalspapille.....	108
Tabelle 41	Subjektiver Gesamteindruck der periimplantären Schleimhaut.....	109
Tabelle 42	Röntgenologischer Knochenverlust.....	110
Tabelle 43	Vertikale Knochendefekte.....	111
Tabelle 44	Röntgenologischer Knochenverlust i. V. zur Implantatlänge.....	112
Tabelle 45	Bewertung der Implantatgesundheit aus klinischen und radiologischen Parametern.....	114
Tabelle 46	Häusliche Zahnpflege.....	116
Tabelle 47	Interdentalhygiene.....	117
Tabelle 48	Notwendigkeit regelmäßiger Implantatnachsorge.....	118
Tabelle 49	Kennen Sie den Begriff „professionelle Individualprophylaxe“?.....	119
Tabelle 50	Termine zur professionellen Implantatnachsorge.....	120
Tabelle 51	Verwendung einer elektrischen Zahnbürste.....	121
Tabelle 52	Funktionelle Belastbarkeit.....	123

Tabelle 53	Akzeptanz der Implantate.....	124
Tabelle 54	Kaufunktion und Nahrungsaufnahme.....	125
Tabelle 55	Veränderung des Gesichtsprofils.....	126
Tabelle 56	Region der Profilveränderung.....	127
Tabelle 57	Bewertung Ästhetischer Eindruck.....	128
Tabelle 58	Notenspiegel Ästhetischer Eindruck.....	128
Tabelle 59	Bewertung Zufriedenheit gesamt.....	129
Tabelle 60	Notenspiegel Zufriedenheit gesamt.....	130
Tabelle 61	Erwartungen an das Behandlungsergebnis.....	131
Tabelle 62	Behandlungsaufwand bis zur abschließenden Versorgung.....	132
Tabelle 63	Behandlungskosten bis zur abschließenden Versorgung.....	133
Tabelle 64	Wiederholung einer ähnlichen Behandlung.....	134
Tabelle 65	Weiterempfehlung von Implantaten.....	135
Tabelle 66	Funktionsdauer der prothetischen Versorgung.....	136
Tabelle 67	Passung der Suprastruktur.....	137
Tabelle 68	Schraubenlockerung.....	138
Tabelle 69	Grund für den Implantatverlust.....	139
Tabelle 70	Case Processing Summary Studiengruppe I.....	141
Tabelle 71	Survival Table Studiengruppe I.....	141
Tabelle 72	Mean Survival Time Studiengruppe I.....	142
Tabelle 73	Case Processing Summary Sinuslift BK vs. Sinuslift i.o.....	142
Tabelle 74	Survival Table Sinuslift BK vs. Sinuslift i.o.....	143
Tabelle 75	Survival Analysis Sinuslift BK vs. Sinuslift i.o.....	143
Tabelle 76	Case Processing Summary Studiengruppe II.....	144
Tabelle 77	Survival Table Studiengruppe II.....	145
Tabelle 78	Mean Survival Time Studiengruppe II.....	145
Tabelle 79	Case Processing Summary Onlay-Graft vs. Distraction.....	146
Tabelle 80	Survival Table Onlay-Graft*** vs. Distraction.....	147
Tabelle 81	Survival Analysis Onlay-Graft*** vs. Distraction.....	147
Tabelle 82	Erfolgsbewertung nach Albrektssons Kriterien.....	149
Tabelle 83	Erfolgsbewertung nach ICOI-Kriterien.....	150
Tabelle 84	Erfolgsbewertung nach erweiterten Kriterien.....	151
Tabelle 85	Korrelationsanalyse Albrektsson vs. Gesamtzufriedenheit.....	153
Tabelle 86	Korrelationsanalyse Albrektsson vs. Ästhetischer Eindruck.....	153
Tabelle 87	Korrelationsanalyse Albrektsson vs. Erwartungen der Patienten an das Behandlungsergebnis.....	154

Grafikverzeichnis

Grafik 1	Schmerzen nach Augmentation.....	76
Grafik 2	Dauer der Schmerzen nach Augmentation.....	77
Grafik 3	Ort der Schmerzen nach Augmentation.....	78
Grafik 4	Hämatom nach Augmentation.....	79
Grafik 5	Infektion nach Augmentation.....	80

Grafik 6	Schmerzen nach Implantation.....	82
Grafik 7	Dauer der Schmerzen nach Implantation.....	83
Grafik 8	Hämatom nach Implantation.....	84
Grafik 9	Infektion nach Implantation.....	85
Grafik 10	Sensibilitätsstörung N. cutaneus femoris lat. postoperativ.....	87
Grafik 11	Sensibilitätsstörung N. cutaneus femoris lat. Nachuntersuchung.....	88
Grafik 12	Bewegungseinschränkung postoperativ.....	89
Grafik 13	Verwendung einer Gehilfe postoperativ.....	90
Grafik 14	Aussehen der Narbe an der Entnahmestelle.....	91
Grafik 15	Druckempfindlichkeit der Narbe an der Entnahmestelle.....	92
Grafik 16	Chirurgische Narbenkorrektur.....	93
Grafik 17	Komplikationen bei Distractionsosteogenese.....	95
Grafik 18	Schmerzen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.....	96
Grafik 19	Ort der Schmerzen bei Nachuntersuchung.....	97
Grafik 20	Plaqueakkumulation.....	99
Grafik 21	Sulkusblutung.....	100
Grafik 22	Sondierungstiefe.....	101
Grafik 23	Suppuration.....	102
Grafik 24	Lockerung.....	103
Grafik 25	Klopfschall.....	104
Grafik 26	Breite der keratinisierten Schleimhaut.....	106
Grafik 27	Freiliegende Aufbau- oder Gewindeanteile.....	107
Grafik 28	Höhe der Interdentalpapille.....	108
Grafik 29	Subjektiver Gesamteindruck der periimplantären Schleimhaut.....	109
Grafik 30	Röntgenologischer Knochenverlust.....	110
Grafik 31	Vertikale Knochendefekte.....	111
Grafik 32	Röntgenologischer Knochenverlust i. V. zur Implantatlänge.....	112
Grafik 33	Klinische und radiologische Bewertung der Implantatgesundheit.....	114
Grafik 34	Häusliche Zahnpflege.....	116
Grafik 35	Interdentalhygiene.....	117
Grafik 36	Notwendigkeit regelmäßiger Implantatnachsorge.....	118
Grafik 37	Kennen Sie den Begriff „professionelle Individualprophylaxe“?.....	119
Grafik 38	Termine zur professionellen Implantatnachsorge.....	120
Grafik 39	Verwendung einer elektrischen Zahnbürste.....	121
Grafik 40	Funktionelle Belastbarkeit.....	123
Grafik 41	Akzeptanz der Implantate.....	124
Grafik 42	Kaufunktion und Nahrungsaufnahme.....	125
Grafik 43	Veränderung des Gesichtsprofils.....	126
Grafik 44	Region der Profilveränderung.....	127
Grafik 45	Notenspiegel Ästhetischer Eindruck.....	129
Grafik 46	Notenspiegel Zufriedenheit gesamt.....	130
Grafik 47	Erwartungen an das Behandlungsergebnis.....	131
Grafik 48	Behandlungsaufwand bis zur abschließenden Versorgung.....	132
Grafik 49	Behandlungskosten bis zur abschließenden Versorgung.....	133

Grafik 50	Wiederholung einer ähnlichen Behandlung.....	134
Grafik 51	Weiterempfehlung von Implantaten.....	135
Grafik 52	Funktionsdauer der prothetischen Versorgung.....	136
Grafik 53	Passung der Suprastruktur.....	137
Grafik 54	Schraubenlockerung.....	138
Grafik 55	Zeit bis zum Implantatverlust.....	140
Grafik 56	Erfolgsbewertung nach Albrektssons Kriterien.....	149
Grafik 57	Erfolgsbewertung nach ICOI-Kriterien.....	150
Grafik 58	Erfolgsbewertung nach erweiterten Kriterien.....	151

1. Einleitung

Partieller oder totaler Zahnverlust und die damit verbundenen Veränderungen der oralen Hart- und Weichgewebe führen zu funktionellen und ästhetischen Einbußen für den betroffenen Patienten. Die Folge sind Beeinträchtigungen im persönlichen und sozialen Alltag und letztlich ein Verlust an Lebensqualität. Eine konventionelle teil- oder totalprothetische Rekonstruktion kann die Bedürfnisse der betroffenen Patienten häufig nicht zufriedenstellend erfüllen [Boerrigter 1995, 282]. Durch die Verwendung enossaler Implantate ergeben sich neue Wege der Rekonstruktionsplanung. Mit dieser präprothetischen Maßnahme kann ein größtmöglicher Stabilitätsgewinn für den anzufertigenden Zahnersatz und damit eine entscheidende Erleichterung für den Patienten beim Kauen, Sprechen und Lachen erreicht werden [Meijer 1999, 241f; Heydecke 2003a, 310; Heydecke 2003b, 167; Morais 2003, 57; Heydecke 2004, 238f; Heydecke 2005, 653]. Implantatgetragener Zahnersatz vermag somit einen positiven Beitrag zur „Mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität“ zu leisten [Heydecke 2002, 608ff; Berretin-Felix 2008, 708; Curtis 2008, 279].

Dentale Implantate werden in den letzten Jahrzehnten erfolgreich in der Zahnheilkunde eingesetzt. Sie stellen bei Patienten mit ausgeprägter Kieferatrophy, nach Tumoroperationen, nach traumatischem Zahnverlust oder bei Nichtanlagen oft die einzige Möglichkeit einer suffizienten Versorgung dar. Basierend auf den Forschungen von BRÄNEMARK und anderen hat sich in den letzten dreißig Jahren die Implantologie zunehmend als alternatives Behandlungskonzept in der Zahnheilkunde durchgesetzt. Kontrollierte Studien ergaben bereits zu Anfang der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts eine Überlebenswahrscheinlichkeit von über 90% nach fünf Jahren für Implantationen entsprechend dem Brånemark-Protokoll [Adell 1990a, 354f; Naert 1992, 241].

Gleichwohl ist die Insertion enossaler Implantate, sowohl im Ober- wie auch im Unterkiefer, an bestimmte Voraussetzungen gebunden. Eine Abwandlung des Standardprotokolles ist notwendig, wenn eine Platzierung des Implantates in die aus statischer und prothetischer Sicht richtige Position aus anatomischen, kaufunktionellen oder ästhetischen Gründen unmöglich ist. Aufgrund dieser Problematik wurden in den letzten Jahren sowohl für den Ober- als auch für den Unterkiefer verschiedene Verfahren entwickelt, um durch Transfer von Knochen oder Einbringen von Knochenersatzmaterialien ein ausreichend dimensioniertes und stabiles Implantatlager zu schaffen [Chiapasco 2006b, 154f; Aghaloo 2007, 50; McAllister 2007, 378-388]. Durch die Kombination von Implantation und Augmentation soll der Indikationsbereich für enossale Implantate erweitert werden, um auch bei ungünstigsten Ausgangsverhältnissen eine für den Patienten funktionell und ästhetisch optimale Lösung zu ermöglichen.

Ein ausreichend dimensioniertes und regelrecht strukturiertes Hartgewebelager ist, neben einer adäquaten kaufunktionellen Belastung und einer entzündungsfreien periimplantären Weichgewebssituation, entscheidend für die Prognose dentaler Implantate [Neukam 2004, 184]. Die vorrangige Bedrohung der natürlichen Dentition stellen Karies und Parodontopathien dar [Hoffmann 2006, 6f]. Auch orale Implantate unterliegen den Gefahren der mikrobiellen Infektion sowie der funktionellen Überlastung [Esposito 1998b, 742-745]. Bedingt durch die starke Zunahme in der Anwendung oraler Implantate wächst auch die Inzidenz periimplantärer Probleme, welche sowohl Hart- wie auch Weichgewebe betreffen können. Analog zu natürlichen Zähnen kann es um dentale Implantate infolge Plaqueakkumulation zu einer entzündlichen Infiltration des Weichgewebes zunächst ohne, später auch mit Beteiligung des umgebenden Knochens kommen. Dies kann letztlich bis zum Verlust des betroffenen Implantates führen [Mombelli 1998, 63].

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, klinische erprobte Augmentationstechniken wissenschaftlich zu untersuchen, die, vorbereitend zur Insertion dentaler Implantate, zwischen Januar 1993 und September 2006 an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Klinikums Rechts der Isar der TU München (Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. K.-D. Wolff) durchgeführt wurden. Anschließend sollten die gewonnenen Erkenntnisse kritisch diskutiert, den bisher angewandten Verfahren vergleichend und bewertend gegenübergestellt und Schlussfolgerungen zum zukünftigen Vorgehen entwickelt werden.

Einbezogen wurden Auflagerungsosteoplastiken und Sinusbodenaugmentationen mit autogenem Knochen, sowie die vertikale Distraktionsosteogenese des Alveolarkammes. Die Beurteilung des Behandlungsergebnisses erfolgte durch Untersuchung von Langzeitstabilität, Entzündungszustand sowie prothetischer und ästhetischer Wertigkeit der Implantate in der augmentierten Region. Hierzu wurden klinische und radiologische Untersuchungen durchgeführt. Zusätzlich sollte mittels eines standardisierten Fragebogens [Anlage 1] die Patientenzufriedenheit bezüglich Aufwand und Erfolg der Behandlung, sowie behandlungsbegleitend aufgetretener Beschwerden erhoben werden. Eine Fragestellung war, inwieweit ein Behandlungserfolg aus klinischer Sicht auch die Ansprüche und Erwartungen der Patienten an ihre Versorgung erfüllt. Ob zusätzliche, über klinische Parameter hinausgehende Kriterien in die Erfolgsbeurteilung einfließen müssen, sollte ebenfalls aus den erhobenen Daten beantwortet werden.

Einleitend sollen auf den folgenden Seiten die Bedeutung dentaler Implantate im zahnlosen Kiefer, die Grundlagen der Knochenbiologie sowie verschiedene Materialien und Techniken zur Knochenaugmentation erläutert werden. Desweiteren soll auf Ursachen und Diagnose pathologischer Vorgänge um Implantate, sowie auf Möglichkeiten zur Beurteilung eines Implantaterfolges eingegangen werden.

2. Folgen von Zahnverlust

2.1. Bedeutung der Kieferatrophie

Nach Zahnverlust kommt es durch Wegfall der kaufunktionellen Kraffteinleitung über den Halteapparat der Zähne in den knöchernen Alveolarfortsatz zu einer physiologischen Inaktivitätsatrophie. Die Folge des Funktionsverlustes sind vertikaler und horizontaler Abbau der ehemals zahntragenden Kieferkammabschnitte [Araujo 2005, 216]. Im Oberkiefer erfolgt eine zentripetale Resorption. Durch die Form des Unterkiefers, der im Querschnitt eine nach kaudal ausladende Form aufweist, ergibt sich ein zentrifugales Resorptionsmuster [Cawood 1988, 235]. Als Konsequenz resultiert eine aus implantologischer Sicht ungünstige Kieferrelation in sagittaler und vertikaler Dimension. Bereits 15 Wochen nach Zahnextraktion beginnen diese Resorptionsprozesse. Sie betragen innerhalb der ersten zwei Jahre nach Zahnverlust mehr als 60% der Gesamthöhe des Alveolarfortsatzes. Die Resorption erfolgt im Unterkiefer viermal schneller als im Oberkiefer [Neukam 2004, 194]. Unphysiologische Belastung der zahnlosen Kieferabschnitte durch schleimhautgetragene Prothesen kann bis zum vollständigen Verlust des Alveolarfortsatzes führen [Tallgren 1972, 131; Stellingma 2004, 240]. Ein Knochenabbau zeigt sich ab einer kontinuierlichen Druckbelastung von 3,4 bis 6,9 kPa oder einer intermittierenden Druckbelastung über 19,6 kPa [Neukam 2004, 185]. Nach Zahnverlust im posterioren Oberkiefer kommt es neben der beschriebenen Atrophie des Alveolarfortsatzes zusätzlich zur Resorption durch altersbedingte Pneumatisationszunahme des Sinus maxillaris nach kaudal [Winter 2002, 687]. Abhängig vom Atrophiegrad kann eine Klassifizierung der hierbei entstehenden knöchernen Defizite erfolgen [Cawood 1988, 235].

Durch die knöchernen Umbauprozesse nach Zahnverlust verändert sich zusätzlich das Gesichtprofil. Ursache sind der Verlust der knöchernen Stützfunktion für die vorgelagerten, perioralen Weichgewebe und die Verlagerung der Ansatzpunkte der perioralen Muskulatur [Cawood 1990, 10; Cawood 1991, 76; Stoelinga 1996, 82f; Sader 1999, 48; Schultze-Mosgau 2000, 975ff]. Typische Veränderungen der Weichgewebslage sind die Ausbildung einer prominenten Lippentreppe, eine Querfältelung der Oberlippenweichgewebe, eine Verkürzung der Oberlippe in vertikaler Dimension sowie eine Betonung der Nasolabialfalten. Dies äußert sich klinisch in einer Vergreisung des Gesichtes [Cawood 2000, 160; Neukam 2004, 185].

2.2. Implantate im atrophierten Kiefer

Die Bedeutung der Kraffteinleitung und Knochenstimulation durch enossale Implantate zum Strukturhalt der oralen Gewebe konnte durch diverse Untersuchungen bestätigt werden. In Abhängigkeit vom Implantatsystem können enossale Implantate im atrophischen teilbezahnten oder zahnlosen Unterkiefer bis zu einem vertikalen Restknochenangebot von 6-10 mm und einer Knochenbreite von mindestens 4-6 mm eingepflanzt werden. Im Oberkiefer gelten Implantationen erst ab einem ortsständigen, vertikalen Knochenangebot von mehr als 10 mm als prognostisch günstig [Neukam 2004, 184]. Lange galt der Grundsatz, dass sich bei geringerem Lagerknochenangebot und damit kleinerer Implantatlänge die Erfolgssicherheit der künstlichen Pfeiler verschlechtert [Weng 2003, 421; Herrmann 2005, 225ff]. Obwohl neuere wissenschaftliche Studien auch kurzen Implantaten eine akzeptable Langzeitstabilität bescheinigen [Malo 2007, 19f; Anitua 2008, 47], kann eine Rekonstruktion des resorbierten Alveolarkammes vor Implantatinsertion indiziert sein. Neben extrem atrophischen Kieferkämmen, kann ein ungünstiges Verhältnis von Kronenlänge zu Implantatlänge, ein horizontales oder vertikales Missverhältnis in der Kieferlagebeziehung oder, wie unter 2.1. beschrieben, eine mangelnde knöchernerne Unterstützung der gingivalen oder perioralen Weichgewebe eine Knochenaugmentation notwendig machen [McAllister 2007, 379].

3. Biologie der knöchernen Hartgewebe

3.1. Knochengewebe

Knochengewebe ist histologisch betrachtet ein spezialisiertes Bindegewebe mit einer Stütz- und Skelettfunktion. Diese besonderen Eigenschaften beruhen auf der Zusammensetzung seiner Matrix, in die Kalziumsalze eingelagert sind. Knochengewebe ist ein wesentlicher Teil des Bewegungsapparates und hat als größter Kalziumspeicher des Körpers zudem eine zentrale metabolische Funktion. Im Knochen werden außerdem Magnesium-, Phosphor-, Natrium- und andere Ionen gespeichert. Knochen besitzt, trotz seiner effizienten Leichtbauweise, eine hohe Zug- und Druckfestigkeit sowie eine gewisse Elastizität. Er besitzt einen regen Stoffumsatz, wird reich durchblutet und unterliegt einem ständigen dynamischen Umbau. Seine Fähigkeit zur regenerativen Heilung ist die Grundlage für jeden implantatchirurgischen oder augmentativen Therapieansatz [Welsch 2003, 119ff]. Mit den in der modernen Implantologie verwendeten Materialien wird mehr als nur ein reizloses Umwachsen der Implantatoberfläche mit Knochengewebe erreicht. Bei ungestörter Heilung bildet sich im Laufe der Zeit eine „direkte strukturelle und funktionelle Verbindung zwischen lebendem Knochen und der Oberfläche eines belasteten Implantates“ aus, die sogenannte Osseointegration [Albrektsson 1981, 156].

3.1.1. Knochenmatrix

Betrachtet man seinen grundlegenden Aufbau, setzt sich Knochengewebe aus zwei Phasen zusammen. Diese sind eine feste, mineralische Phase und eine organische Matrix, die zu 90-95% aus Kollagen vom Typ I besteht. Das anorganische Material setzt sich zu 90% aus Hydroxylapatit ($\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6[\text{OH}]_2$), einer kristallinen Ablagerungsform des Kalziumphosphates, und zu 10% aus Karbonatapatit ($\text{Ca}_{10}[\text{CO}_3]_9[\text{OH}]_2$) zusammen [Welsch 2003, 119; Neukam 2004, 185].

3.1.2. Knochenstruktur

Hinsichtlich der makroskopischen Struktur des Knochens lassen sich bereits mit bloßem Auge zwei Gewebetypen, Kompakta und Spongiosa, unterscheiden. Diese gehen ohne scharfe Grenze ineinander über. Kompakter Knochen erscheint als solide, feste Masse und bildet die Peripherie der Skelettknochen [Welsch 2003, 120]. Auch natürliche Zahnfächer sind mit einer Alveoleninnenkortikalis ausgekleidet, die vom sogenannten Bündelknochen gebildet wird [Araujo 2005, 217]. Spongiöser Knochen stellt sich als dreidimensionales System feiner, sich verzweigender Knochenbälkchen, der sogenannten Trabekel, im Inneren der Skelettknochen dar. In den Zwischenräumen findet sich Blut bildendes Gewebe oder Fettgewebe. Die Ausrichtung der Trabekel erfolgt unter funktioneller Belastung parallel zur größten Druck- oder Biegebeanspruchung [Welsch 2003, 120]. Wie auch um natürliche Alveolen richten sich die Trabekel des periimplantären Knochenlagers gemäß der funktionellen Belastung der künstlichen Zahnwurzel aus [Berglundh 2003, 259f]. Die histologische Struktur des ausgereiften Knochens ist in Kompakta und Spongiosa gleichartig und wird mit dem Begriff Lamellenknochen beschrieben. Die Baueinheiten

dieses reifen Knochengewebes sind 3 bis 7 µm dicke Kochenlamellen. Vor allem innerhalb der Kompakta liegt die Mehrheit dieser Lamellen konzentrisch um längs verlaufende Gefäße angeordnet und bildet hier zylindrische Baueinheiten, die Osteone oder Havers-Systeme. Im Inneren der Osteone befindet sich der Havers-Kanal, in dem Kapillaren, postkapilläre Venolen oder gelegentlich Arteriolen liegen [Welsch 2003, 120ff]. Entsprechend seiner Zusammensetzung aus kompakten oder spongiösen Anteilen kann der Kieferknochen in der Implantologie nach klinischen oder radiologischen Kriterien hinsichtlich Knochendichte und Knochenqualität klassifiziert werden [Lekholm 1985, 201ff; Misch 2008a, 135].

3.1.3. Knochenzellen

Es werden histologisch vier Typen von Knochenzellen unterschieden. Diese stellen verschiedene funktionelle Phasen eines Zelltyps dar. Osteoprogenitorzellen differenzieren sich aus dem Mesenchym und finden sich auch noch bei Erwachsenen im Endost und Periost. Sie entwickeln sich weiter zu Osteoblasten, den knochenmatrixbildenden Zellen. Neben der Sekretion von Kollagen, Proteoglykanen und verschiedenen Proteinen, haben die Osteoblasten Rezeptoren für Hormone und Zytokine und produzieren para- und autokrine Wachstumsfaktoren.

Die Osteozyten sind morphologisch veränderte Osteoblasten, die, entfernt von den äußeren bone lining cells der Oberfläche, eingelagert in Lakunen der Matrix liegen.

Im lebenslangen Prozess des Umbaus und Neuaufbaus (Remodelling) der Knochenmatrix übernehmen die Osteoklasten die Aufgabe der Resorption der verkalkten Matrix. Die mehr- bis vielkernigen Zellen liegen in flachen Höhlungen, den Howship-Lakunen, auf der Knochenoberfläche [Welsch 2003, 123ff].

3.2. Knochenbildung (Ossifikation) und Knochenheilung

Prinzipiell lassen sich Knochenabbau- von Knochenaufbauvorgängen unterscheiden. Beide Vorgänge laufen parallel ab und werden als Knochenregeneration, Knochenumbau oder Remodelling bezeichnet. Lediglich das Überwiegen eines dieser biologischen Vorgänge bestimmt, ob sich als Endresultat ein klinisch manifestierbarer Knochenverlust oder Knochenzugewinn ergibt.

Zwei unterschiedliche Wege beziehungsweise Mechanismen führen während der Embryogenese zur Entstehung von Knochengewebe. Bei der chondralen Ossifikation wird das zukünftige Skelettelement zuerst knorpelig angelegt. Dieses Knorpelstück wird dann in einem komplexen Prozess abgebaut und durch Knochengewebe ersetzt (indirekte Knochenbildung). Durch diesen Mechanismus entstehen die meisten Knochen des Körpers, wie zum Beispiel die Extremitätenknochen, die Wirbel und der Beckenknochen.

Der zweite Weg der Knochenbildung, die desmale oder membranöse Ossifikation (direkte Knochenbildung), bildet Knochengewebe unmittelbar aus eigenen Mesenchymzellen, die sich an gefäßreichen sogenannten Ossifikationspunkten

konzentrieren und dort kontinuierlich zu Osteoblasten reifen. Eine Reihe flacher Schädelknochen sowie Mandibula, Klavikula und Skapula entstehen durch desmale Ossifikation [Welsch 2003, 127ff].

Nach einem ähnlichen Prinzip laufen auch die knöchernen Heilung nach einem Trauma, die Einheilung von Knochen und Knochenersatzmaterialien, die Knochenneubildung bei der Osseodistraktion sowie die knöchernen Einheilung von Implantaten ab [Neukam 2000, 250]. Ausgangspunkt der Regeneration ist ein Blutkoagel, welches durch Einwanderung von Zellen und Einsprossen von Gefäßen organisiert wird. Bei Knochenaufbauvorgängen im Rahmen der Heilung lassen sich eine exsudative oder inflammatorische Phase sowie eine proliferative Phase unterscheiden. In der exsudativen Phase der knöchernen Heilung kommt es zur Migration von peripheren Blutmonozyten, die über Expression von Zytokinen inflammatorische und proliferative Prozesse initiieren. Die Zytokine induzieren die Differenzierung mesenchymaler Vorläuferzellen zu Osteoprogenitorzellen, welche schließlich, über die Reifestufe der Präosteoblasten, zu Osteoblasten differenzieren. Diese bilden täglich 1 bis 2 µm unverkalktes Osteoid. Über einen Zeitraum von zehn bis zwölf Wochen kommt es durch Einlagerung von Knochenmineralien zur Verkalkung. Kalzium wird hierbei in Form von Hydroxylapatitkristallen entlang von Kollagenfibrillen eingelagert. Da die Kollagenfibrillen zunächst ein Geflecht bilden, wird Knochen in dieser Phase als Geflechtknochen bezeichnet. Nach 15 Wochen ist die Geflechtknochenneubildung abgeschlossen. Unter funktioneller Belastung kommt es zur Ausrichtung der Kollagenfibrillen und nachfolgend zur Ausbildung paralleler Knochen trabekel entlang der Kraftlinien. Hierbei entsteht ausgereifter lamellärer Knochen. Der Umbau des Geflechtknochens in lamellären Knochen erfolgt über einen Zeitraum von bis zu zwölf Monaten [Neukam 2004, 194f].

4. Biomaterialien zum Knochenaufbau und Knochenersatz

4.1. Definition, Einteilung und Eigenschaften

Von modernen Materialien, die zur Knochenaugmentation in der zahnärztlichen Chirurgie eingesetzt werden, wird aus biologischer Sicht erwartet, dass sie reizlos im ortsständigen Knochen integriert und gegebenenfalls, nach Erfüllung ihrer strukturerhaltenden Funktion, abgebaut und in körpereigenen Knochen umgewandelt werden. Infektiöse, kanzerogene, teratogene und allergisierende Wirkungen müssen sicher ausgeschlossen sein. Die grundlegenden funktionellen Anforderungen an ein Augmentationsmaterial sind die Defektauffüllung und Defektstabilisierung zum Erhalt des Blutkoagels [Wagner 2004, 63]. Die Erfolgsaussichten einer augmentativen Therapie zur Regeneration des Kieferknochens können zudem durch osteogene, osteokonduktive oder osteoinduktive Eigenschaften der verwendeten Biomaterialien optimiert werden [McAllister 2007, 378]. Diese Eigenschaften sind in den letzten Jahrzehnten ins Zentrum der Biomaterialforschung gerückt.

Osteogenese beschreibt den Transfer vitaler Knochenzellen, die in der Empfängerregion überleben und somit neuen Knochen ausbilden können. Da hierfür eine optimale, möglichst zeitnahe Ernährung des Transplantates aus dem Lagergewebe nötig ist, kommt die osteogene Potenz hauptsächlich bei autogenen Transplantaten mit Gefäßanschluss zum Tragen.

Als osteokonduktive Wirkung bezeichnet man die Bildung einer künstlichen Extrazellulärmatrix durch das Knochenersatzmaterial und damit einer Leitstruktur für den neu gebildeten Knochen. Hiermit werden sowohl Raum wie auch Substrat für die zellulären und biochemischen Abläufe der knöchernen Durchbauung gewährleistet. Vor allem die Platzhalterfunktion ermöglicht bei intraoralen Augmentationstechniken das Einwandern der gewünschten knochenbildenden Zellen in den Defektbereich [Aukhil 1986, 864ff]. Entscheidend für diese Wirkung sind die Oberflächeneigenschaften des Materiales, seine Proteinadsorptionsfähigkeit und Porosität, sowie maßgeblich die Resorptionszeit. Diese kann je nach Art und Volumen des Augmentates mehrere Monate betragen. Findet, unter ungünstigen Umständen, die knöchernen Durchbauung aus der Defektumgebung nur unvollständig statt, können bindegewebig umwachsene Partikel oder Areale zurückbleiben. Als Risikofaktoren hierfür stehen beispielsweise Infektion oder unzureichende mechanische Stabilität des Augmentates [Wagner 2004, 63].

Neben ihrer osteokonduktiven Potenz sollen Knochenaugmentationsmaterialien als Stimulus für osteogene Zellen fungieren. Zudem sollen sie eine das Knochenwachstum fördernde, osteopromotive oder besser noch osteoinduktive Wirkung auf undifferenzierte Mesenchymzellen entfalten [McAllister 2007, 378]. Definitionsgemäß muss eine osteoinduktive Substanz eine ektopische Knochenneubildung, also eine Induktion von Knochengewebe an einem extraskelletalen Ort, bewirken [Becker 2006b, 1]. Unter diesem Prozess, der im Jahr 1965 erstmals von URIST [Urist 1965, 893-899] beschrieben wurde, versteht man die Anregung pluripotenter Reservezellen aus der Umgebung zur Differenzierung,

ausgelöst durch morphogene Faktoren. Hierzu zählen die Bone Morphogenetic Proteins (BMP) [Carter 2008, 1417-1425; Herford 2008, 616-624]. Ein Ziel beim Einsatz von osteoinduktiven Substanzen in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde ist die positive Beeinflussung natürlicher Heilungsvorgänge der Hartgewebe. Insbesondere der Ersatz der autogenen Knochenspende bei Operationen zur Knochenregeneration ist Gegenstand der Forschung. In der zahnärztlichen Implantologie können osteoinduktive Substanzen mit dem Ziel einer Beschleunigung der Osseointegration oder zur qualitativen Verbesserung des Alveolarknochenlagers eingesetzt werden [Becker 2006b, 1].

OLLIER und BARTH begannen in der Mitte des 19. Jahrhunderts zeitgleich die wissenschaftliche Forschung zum Thema Biomaterialien für den Knochenersatz. Unabhängig voneinander führten sie tierexperimentelle Untersuchungen mit verschiedenen Materialien durch [Barth 1893, 409; Barth 1895, 65; Wagner 2004, 62]. Aus diesen Arbeiten stammen die Begriffe autogen, allogenen und xenogen, die noch heute zur immunologischen Einteilung der Materialien verwendet werden [Tab. 1].

Tabelle 1 - Augmentationsmaterialien

Einteilung gebräuchlicher Materialien zum Aufbau von Knochen nach Wagner 2004, 62		
<i>Bezeichnung</i>	<i>Herkunft</i>	<i>Anwendungsbeispiele</i>
autogen	vom selben Individuum	Zahn-, Knorpel-, Knochentransplantate
allogen	von derselben Spezies	Lyoknochen, Lyoknorpel, DFDBA*, AAA-Bone**
xenogen	von anderer Spezies	Hydroxylapatit, Kollagen, Kalziumkarbonat
alloplastisch	synthetisch oder halb-synthetisch	Hydroxylapatit, Trikalziumphosphate, Biogläser

*DFDBA = demineralized freeze-dried bone allograft

**AAA-Bone = autolyzierter antigenextrahierter allogener Knochen

4.1.1. Autogene Knochentransplantate

Als Erster setzte SYKOFF bereits vor etwa 100 Jahren ein autogenes Knochentransplantat ein. Die Anwendung zur Rekonstruktion der Kiefer und des Gesichtsschädels wurde bereits in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts beschrieben [Lexner 1924, 120]. Autogener Knochen als Augmentationsmaterial verfügt bei optimaler Ernährung des Transplantates über eine osteogene Potenz. Hinzu kommen osteokonduktive und osteoinduktive Eigenschaften. Aus diesen Gründen wird autogener Knochen in zahlreichen wissenschaftlichen Studien als Goldstandard unter den Augmentationsmaterialien in der Zahn-, Mund und Kieferheilkunde bezeichnet. Die Gefahr einer Krankheitsübertragung durch infektiöses Spendermaterial ist ausgeschlossen. Die im Spendergewebe vorhandenen Antigene sind beim Transfer autogenen Knochens identisch mit denen

des Empfängers. Eine Immunreaktion des Transplantatempfängers, induziert durch zellmembrangebundene, genetisch determinierte Histokompatibilitätsantigene und damit eine immunologische Transplantatabstoßung kann dabei ebenso wenig auftreten, wie die kritische Graft-Versus-Host-Reaktion. Nachteile sind jedoch der erforderliche Zweiteingriff zur Transplantathebung und das, zumindest bei intraoralen Spenderregionen, begrenzte Volumen an verfügbarem Transferknochen.

Für den klinischen Erfolg einer Transplantation sind die Parameter Knochentyp, Lokalisation und Zustand des Lagers von entscheidender Bedeutung. Im Heilungsverlauf werden nekrotische Knochenareale im Transplantat durch vitales Knochengewebe ersetzt. Dabei laufen Resorption und Neuaufbau gleichzeitig ab. Durch diese Umbauvorgänge kommt es stets zu einem Volumenverlust, sodass eine gewisse Überkonturierung des Knochentransplantates sinnvoll ist [Neukam 2004, 194]. Resorptionserscheinungen laufen bei spongiösen Transplantaten schneller und ausgeprägter ab als bei kortikalen Transplantaten, deren avitale Gerüstmatrix deutlich länger erhalten bleibt. Diese unterschiedlichen Eigenschaften macht man sich zunutze, indem für den umfangreichen, möglichst resorptionsstabilen Alveolarkammaufbau eher kortikaler Knochen und für die Sinusbodenelevation, mit durchaus erwünschtem Knochenumbau, eher spongiöser Knochen verwendet wird [Wagner 2004, 64]. Intraoral gewonnene Transplantate sind überwiegend kortikaler Natur. Das weit verbreitete Beckenkammtransplantat aus der Crista iliaca liefert überwiegend spongiöse Knochenanteile. Die Zeit bis zum vollständigen Umbau eines autogenen Knochentransplantates beträgt sechs bis zwölf Monate [Neukam 2004, 200].

Besondere Bedeutung für die Volumenkonstanz hat auch die Stabilisierung der Transplantate im Kontakt zum Lagerknochen. Mit Osteosynthesematerialien stabilisierte Transplantate zeigen weniger Resorption als nicht fixierte [Phillips 1988, 873f].

Obwohl die Knochenaugmentation mit autogenem Material von vielen Seiten noch immer als Goldstandard der Kieferkammrekonstruktion bezeichnet wird, hat die zusätzliche Entnahmemorbidity in der Donorregion die Diskussion um alternative Behandlungsmethoden angeregt.

4.1.2. Allogene Knochentransplantate

Beim allogenen Knochentransplantat sind Spender und Empfänger genetisch nicht identisch, gehören aber der gleichen Spezies an. Dieses Verfahren wurde 1880 von MACEWEN erstmalig durchgeführt [Wagner 2004, 65]. Ein gewisses Risiko zur Auslösung einer Immunreaktion durch körperfremdes Gewebe oder einer Infektion durch Erregertransfer vom Donor auf den Rezipienten kann nicht mit völliger Sicherheit ausgeschlossen werden.

Zur Vermeidung dieses Risikos kann allogener Knochen durch Säure- oder Laugenbehandlung denaturiert, demineralisiert, mit Ethylenoxid sterilisiert und bei minus 70°Celsius gefriergetrocknet werden. Somit kommt es zur Zerstörung der

Zellmembran, das Gewebe verliert seine Antigeneigenschaften und das immunologische Sensibilisierungsrisiko sinkt. Dieser nunmehr lyophilisierte Knochen oder Knorpel bietet durch seine Struktur im Wesentlichen eine osteokonduktive Wirkung. Die transplantierte Knochenmatrix muss somit aus dem Transplantatlager heraus angiogenetisch erschlossen und knöchern durchbaut werden.

Anders verhält sich allogener Knochen wenn er nur entfettet, (teil-)demineralisiert und gefriergetrocknet wird. Die verbleibende organische Knochengrundsubstanz hat unter geeigneten Lagerbedingungen auch eine osteoinduktive Wirkung [Schwartz 1998, 477]. Der international gültige Begriff für ein derartiges Material ist DFDBA oder DFDBM (demineralized freeze-dried bone allograft oder -matrix) [Becker 2006b, 2]. Die vollständige Inaktivierung von Krankheitserregern und der Ausschluss immunologischer Wechselwirkungen ist hierbei deshalb so schwierig, da die Herstellungs- und Sterilisationsprozesse so ausgelegt werden, dass die Aktivität und strukturelle Integrität der morphogenen Knochenproteine (BMP) weitgehend bewahrt bleibt.

Um eine noch bessere osteoinduktive Wirkung zu entfalten, werden in modernen Verfahren osteoinduktive Proteine (BMP) mit Hilfe von Proteasehemmern geschützt, zellgebundene Antigene jedoch entfernt. Dieses Verfahren liefert den autolysierten, antigenextrahierten, allogenen (AAA-) Knochen, der keine alloantigenen Eigenschaften mehr aufweisen soll [Kubler 1993, 1348ff].

Übertragungen viraler [Schratt 1996, 683] und bakterieller Infektionen [Kainer 2004, 2568] durch konservierte allogene Knochentransplantate wurden aus der Orthopädie berichtet, sind aber in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde bislang nicht publiziert worden. Bei Anwendung von allogenen Knochentransplantaten am Patienten muss über diese Risiken und die Möglichkeit von Alternativen aufgeklärt werden [Becker 2006b, 3]. 2001 empfahl die WHO Zurückhaltung bei Verwendung dieser Materialien bei vorhandenen Alternativen [Wagner 2004, 65].

Der Einbau allogenen Knochens erfolgt durch seine Umwandlung in Geflechtknochen. Bis zu dessen endgültiger funktioneller Transformation in geordneten Lamellenknochen vergehen zwischen zehn und 15 Monate [Neukam 2004, 200].

In präklinischen und klinischen Studien konnte die Wirksamkeit von AAA-Knochen und DFDBM bei der Behandlung von Parodontal- oder Alveolarkammdefekten als taugliche Alternative zum autogenen Knochentransplantat nachgewiesen werden [Kubler 1993, 1355; Reynolds 2003, 258; Wang 2008, 235]. Vergleichsstudien konnten in implantologischen [Froum 2002, 101; Valentini 2003, 559f; Froum 2006, 549] und parodontologischen [Bowen 1989, 654] Indikationen keinen signifikanten Vorteil gegenüber anorganischen Knochenersatzmaterialien nachweisen. Limitierender Faktor scheint vor allem die mangelnde mechanische Stabilität der Materialien zu sein. Die Anwendbarkeit bleibt beschränkt auf entlastete Indikationen,

wie parodontale Regenerationsmaßnahmen oder Sinusbodenaugmentationen [Kubler 1999, 59].

4.1.3. Xenogene Knochentransplantate

Bei xenogenen Transplantaten gehören Spender und Empfänger unterschiedlichen Spezies an. Erste Berichte über xenogene Transplantationsmaterialien stammen aus dem Jahr 1889 [Senn 1889, 219]. Als Ursprung können boviner Knochen (z.B. BioOss®, Geistlich Biomaterials, Baden-Baden), marine Algen (z.B. FRIOS Algipore®, Friadent, Mannheim) oder Korallen (z.B. Biocoral®, INOTEB, St. Gonner, Frankreich) dienen.

Die Aufbereitung erfolgt durch Lyophilisierung und Autoklavierung. Xenogene Knochentransplantate liegen nach diesen Prozessen als anorganische Knochenmatrix aus Hydroxylapatit ($\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6[\text{OH}]_2$) und Karbonatapatit ($\text{Ca}_{10}[\text{CO}_3]_9[\text{OH}]_2$) vor. Eine Besonderheit dieser natürlichen Materialien ist ihre dreidimensionale Struktur mit interkonnektierenden Poren, die synthetisch nur schwer nachzuahmen ist. Während der Heilungsphase wird das anorganische Matrixgerüst, ausgehend vom ortständigen Lagerknochen, über dieses Netzwerk aus Hohlräumen angiogenetisch erschlossen. Für den Einbau xenogenen Knochenmaterials wird ein Zeitraum von zehn bis 15 Monaten angegeben [Neukam 2004, 200]. Ob es dabei zum vollständigen Umbau des Augmentationsmaterials in Knochen kommt, ist umstritten. Partikel xenogenen Materials sind, umgeben von vitalem Knochengewebe, über lange Zeiträume nachweisbar.

Die aus bovinem Knochen hergestellte Knochenersatzkeramik stellt derzeit das wissenschaftlich am längsten und umfangreichsten dokumentierte Knochenersatzmaterial dar. Seine Wirksamkeit und Unbedenklichkeit wurde in zahlreichen experimentellen und klinischen Langzeitstudien nachgewiesen [Zitzmann 1997, 847; Valentini 2003, 559f; Wagner 2004, 66]. Hinsichtlich eines theoretisch denkbaren Transfers von Prionen oder weiteren, bislang nicht bekannten Infektionsrisiken, wird dieses Augmentationsmaterial der Kategorie mit geringem Übertragungspotential zugeordnet. Die aggressiven Produktionsschritte bei der Herstellung tragen zur Reduzierung und praktischen Vermeidung dieses Risikos bei [Wenz 2001, 1605]. Die DGZMK erklärte BioOss® (Geistlich Biomaterials, Baden-Baden) in einer wissenschaftlichen Stellungnahme von 2006 für unbedenklich im Einsatz als Knochenersatzmaterial in der Parodontologie und Implantologie [Becker 2006a,].

4.1.4. Alloplastische Knochenersatzmaterialien

Alloplastische Knochenersatzmaterialien werden synthetisch oder halb-synthetisch hergestellt und sind in unterschiedlichen Formen von Kalziumphosphatverbindungen verfügbar.

Rein synthetisch hergestelltes Hydroxylapatit wird als Bestandteil der anorganischen Knochenmatrix ausschließlich osteokonduktiv eingebaut. Es ist mechanisch druckstabil und wird kaum resorbiert [Taylor 2002, 327].

Knochenersatzmaterial aus Trikalziumphosphat ($\text{Ca}_3[\text{PO}_4]_2$) liegt in zwei kristallinen Gitterformen (α -TCP und β -TCP) vor, die sich hinsichtlich ihrer Resorptionszeit unterscheiden. β -TCP wird innerhalb von sieben Monaten zu 80%, α -TCP in der gleichen Zeit zu 70% abgebaut. Wie bei allen synthetischen Kalziumphosphatkeramiken gibt es auch beim Trikalziumphosphat keine echte Resorption, sondern eine chemisch-physikalisch bedingte Auflösung und Fragmentation, deren Geschwindigkeit von der Materialdichte abhängt. Der vergleichsweise rasche Abbau der TCP-Materialien läuft jedoch nicht immer synchron mit der Knochenneubildung ab. Dies kann zum nachteiligen Einwachsen von fibrösem Gewebe führen [Wagner 2004, 68]. Die Zeit bis zur vollständigen Auflösung des Augmentates kann eineinhalb Jahre und mehr betragen [Neukam 2004, 201].

Bioaktive Gläser werden auf Siliziumbasis synthetisch hergestellt. Ihre Anwendungsmöglichkeiten können überwiegend auf die Untersuchungen von HENCH [Hench 1973, 25-42] zurückgeführt werden und liegen hauptsächlich in der Parodontologie und weniger in der rekonstruktiven Chirurgie.

Bioaktive Gläser werden osteokonduktiv eingebaut. Klinische Studien zu parodontalen Defekten zeigen vielversprechende Resultate [Lovelace 1998, 1034], ebenso wie aktuelle Studien über die Anwendung von Biogläsern in der Implantologie [Gorustovich 2002, 648; Wagner 2004, 69].

4.2. Wertung

Eine wertende Beurteilung der genannten Augmentationsmaterialien gestaltet sich schwierig. Da die Anforderungen je nach Lager und Augmentationstechnik unterschiedlich sind, lässt sich ein für alle Indikationen ideales Material nicht definieren. Die Verantwortung zur individuell richtigen Indikationsstellung bleibt dem behandelnden Zahnarzt oder Chirurgen vorbehalten.

5. Intraorale Knochenaugmentation

5.1. Indikationsstellung

Im Kieferbereich kommen unterschiedliche Verfahren der Knochenaugmentation zur Anwendung. Socket Preservation in Extraktionsalveolen, horizontaler und vertikaler Alveolarkammaufbau sowie Sinusbodenaugmentationen im Seitenzahnbereich des Oberkiefers zählen zu den meistbeschriebenen Methoden zur Schaffung eines suffizienten Implantatlagere. Um die klinischen Ergebnisse für jede dieser Indikationen zu optimieren wurde eine Reihe verschiedener Techniken beschrieben. Bei den weitreichenden Behandlungsmöglichkeiten zur prothetischen Wiederherstellung nach Zahnverlust steht als Behandlungsziel am Ende jeder Therapie die Rekonstruktion und Sicherung funktioneller Verhältnisse in Harmonie zu den benachbarten Weichgeweben und der erhaltenen, natürlichen Dentition. Mit diesem Ziel vor Augen, ist die Präsenz von Hart- und Weichgewebe in angemessener Dimension und Qualität eine unabdingbare Grundlage zur erfolgreichen Implantologie [McAllister 2007, 378].

Die Resorption des Alveolarkammes, als bekannte Spätkomplikation nach Zahnverlust, stellt klinisch, vor allem im ästhetischen Bereich, ein Problem dar. Ein ästhetisches Behandlungsergebnis kann bei Verlust der natürlichen Gewebsstrukturen in Frage gestellt und die Funktionalität der Versorgung beeinträchtigt sein [McAllister 2007, 378]. Um das angestrebte Therapieziel zu erreichen, ist eine Vorgehensweise anzuraten, die, im Hinblick auf eine geplante Implantatversorgung, bereits direkt nach Zahnverlust auf den Erhalt der natürlichen Hart- und Weichgewebedimensionen abzielt [Tarnow 1996, 87ff]. Mit der wachsenden Zahl dentaler Implantate zur Versorgung teilbezahnter oder zahnloser Patienten werden mittlerweile größere Anstrengungen zum Erhalt des Alveolarkammes unternommen, um eine sichere Implantatpositionierung und ein stabiles prothetisches Behandlungsergebnis zu gewährleisten. Dennoch ist eine Augmentation zur Wiederherstellung verlorener Gewebeverhältnisse häufig notwendig.

Wird eine prothetisch orientierte Implantatposition angestrebt, stößt man bei der Operationsplanung häufig an anatomische Grenzen bezüglich des vorhandenen Knochenangebotes. Dies machte die Entwicklung von Techniken und Materialien notwendig, mit denen vorhersagbar eine Regeneration von Gewebsdefiziten zu erzielen ist. Zur Knochenaugmentation des Alveolarkammes vor Implantation werden unterschiedliche Verfahren angewendet. Hierzu zählen unter anderem partikuläre Augmentationen [Lundgren 1996, 760-766; Froum 2006, 544f], Blockaugmentationen [Barone 2007, 2039-2046; Steigmann 2008, 123f], Distraktionsosteogenese [McAllister 2003, 54-66; Zöller 2008, 92ff] und das Konzept der gesteuerten Knochenregeneration (GBR) [Dahlin 1991, 274f; Jovanovic 1995a, 56-69; Zitzmann 2001, 356ff]. Diese unterschiedlichen Therapieansätze weisen auf lange Sicht eine vergleichbare Implantaterfolgsrate auf [Nevins 1998, 43]. Eine Indikationsstellung zur Auswahl der entsprechenden Augmentationstechnik ist von der Lokalisation und der

Ausdehnung des Defektes in horizontaler, wie auch in vertikaler Richtung abhängig [McAllister 2007, 378].

5.2. Socket Preservation, Ridge Preservation

5.2.1. Prinzip und Indikation

Vor allem im anterioren Oberkiefer, wo die bukkale Lamelle häufig sehr dünn und fragil ist, wird eine rasche Knochenresorption nach Zahnextraktion beobachtet [Pietrokovski 1967, 24f; Schropp 2003b, 320; Araujo 2005, 212f]. Um den Verlust an Hart- und Weichgewebevolumen in vertikaler und horizontaler Richtung einzuschränken, wird bereits bei der Extraktion auf ein wenig traumatisches Vorgehen geachtet. Stellt sich eine Alveole nach möglichst gewebeschonender Extraktion knöchern intakt dar, ist eine Ausheilung ohne größere Dimensionseinbrüche auch ohne augmentative Intervention zu erwarten [Fickl 2008b, 359]. Liegt jedoch eine Fenestration der Alveolenwände vor oder weist eine knöcherne Wand einen horizontalen Defekt auf, können Maßnahmen zur Socket Preservation unternommen werden, um den Strukturerhalt im Heilungsverlauf positiv zu beeinflussen.

5.2.2. Klinische Vorgehensweise

Für Erhalt der knöchernen Strukturen kann die Extraktionsalveole mit partikulärem Augmentationsmaterial gefüllt und zusätzlich mit einer Barrieremembran abgedeckt werden. Unter den verwendeten Materialien, wie ePTFE-Membranen [Gelb 1993, 389; Becker 1994b, 33; Augthun 1995, 422], biodegradierbaren Membranen [Hürzeler 1998, 316; Simion 1997, 166], demineralized freeze-dried bone allograft (DFDBA) [Gelb 1993, 389; Cammack 2005, 232], freeze-dried bone allograft (FDBA) [Cammack 2005, 232], autogenem Knochen [Becker 1994a, 1132], xenogenem Knochenersatzmaterial [Chen 2007, 553; Schwarz 2007, 1199f], Hydroxylapatit [Block 1991, 1270ff; Yukna 1991, 471] oder Bindegewebestransplantaten [Evian 1994, 209; Edel 1995, 64] konnte sich bislang keines durch deutlich überlegene klinische Ergebnisse abheben.

5.2.3. Ergebnisse

Im Zusammenhang mit der Technik der Socket Preservation wurden reduzierte Dimensionsverluste am Alveolarkamm und am bedeckenden Weichgewebe beobachtet [Becker 1994b, 32; Brugnami 1996, 824; Lekovic 1997, 567; Lekovic 1998, 1048; Camargo 2000, 586; Iasella 2003, 999; Zubillaga 2003, 973f; Vance 2004, 496; Fiorellini 2005, 612; Nevins 2006, 28; Fickl 2008a, 1118; Fickl 2008b, 362; Fickl 2008c, 912;]. Somit kann, vor allem im ästhetischen Bereich, die Augmentation von Extraktionsalveolen zum Struktur- und Dimensionserhalt am Alveolarkamm vorteilhafte Grundlagen für die weitere implantologische Therapie schaffen [Sclar 2004, 94].

5.2.4. Sofortimplantation

Um die natürliche Architektur der Alveole zu erhalten und eine möglichst zeitnahe implantatprothetische Versorgung durchführen zu können, wird als weitere Variante häufig die Implantation bereits am Tag der Extraktion oder innerhalb von zehn Tagen nach Zahnentfernung beschrieben [Paolantonio 2001, 1561f; Schropp 2003a, 192f]. Diese sogenannten Sofortimplantate zeigen, bei richtiger Indikationsstellung, eine Verlustrate von unter fünf Prozent. Sie sind somit gleichermaßen erfolgreich wie klassische Spätimplantate mit einer mindestens dreimonatigen Heilungsphase nach Zahnextraktion [Lazzara 1989, 342; Gelb 1993, 389f; Becker 1994b, 35; Schropp 2003a, 198].

Trotzdem sollte eine Sofortimplantation nur in Betracht gezogen werden, wenn eine sichere Primärstabilität des Implantates erreicht werden kann [McAllister 2007, 379]. Die Heilung nach Sofortimplantation verläuft ähnlich wie in der Extraktionsalveole ohne Implantation. Einzig das bedeckende Weichgewebe kann bei darunter liegendem Implantat eine eingeschränkte Vaskularisierung aufweisen, was potentiell zu Wundheilungsstörungen und damit Verlust an Weichgewebe führen kann [Rosenquist 1996, 207].

AURAUJO und Mitarbeiter stellten am Hundemodell jedoch fest, dass Sofortimplantate die knöchernen Umbauvorgänge in der Extraktionsalveole, die Resorption des Bündelknochens und damit einen vertikalen Knochenverlust nicht verhindern konnten [Araujo 2006, 612].

5.3. Horizontale und vertikale Augmentation des Alveolarkammes

5.3.1. Einleitung

Größere Defekte des Alveolarkammes in vertikaler und horizontaler Dimension, können nach Zahnverlust, Trauma oder anderen pathologischen Prozessen im Kieferbereich auftreten. Ausgedehnte Defekte können eine prothetisch orientierte Implantatpositionierung unmöglich machen [McAllister 2007, 378]. Zur horizontalen Augmentation des Kieferkammes wurde eine Vielzahl erfolgversprechender Verfahren und Materialien beschrieben [Dahlin 1995, 315; Mellonig 1995, 171f; Tolman 1995, 276ff; Buser 1996, 420-432; Zitzmann 1997, 850].

Die vertikale Kieferkammaugmentation kann ebenfalls beachtliche klinische Erfolge hervorbringen, stellt jedoch eine ungleich höhere chirurgische Herausforderung dar [McAllister 2007, 379]. Unter klinischer Anwendung erfolgreich zeigten sich in dieser Indikation unter anderem mit nicht resorbierbaren ePTFE-Membranen gedeckte autogene Blocktransplantate [Simion 1994, 509; Tinti 1996, 222ff; Simion 1998, 22; Parma-Benfenati 1999, 435f; Proussaefs 2005, 361], mit Titan-Mesh gedecktes partikuläres Augmentationsmaterial [Proussaefs 2003, 192], kieferorthopädische Zahnextrusion [Salama 1993, 312-333] und die vertikale Distraktionsosteogenese

des Alveolarkammes [Chin 1996, 45-53; Urbani 1999, 321-331; McAllister 2003, 54-66; Zöller 2008, 103].

5.3.2. Gesteuerte Knochenregeneration - Guided Bone Regeneration

5.3.2.1. Prinzip und Indikation

Das Konzept der gesteuerten Knochenregeneration wurde erstmals 1959 beschrieben, als Membranen zur Ausheilung von Wirbelfrakturen eingesetzt wurden [Hurley 1959, 1243-1254]. Die Begriffe „guided bone regeneration“ (GBR) und „guided tissue regeneration“ (GTR) werden heute häufig synonym verwendet. Tatsächlich aber zielt die GTR auf Regeneration und Erhalt des gesamten Parodontiums ab. Dazu gehören Wurzelzement, parodontales Ligament und Alveolarknochen. Die gesteuerte Knochenregeneration (GBR) beschränkt sich dagegen allein auf die Förderung der Knochenneubildung [McAllister 2007, 380]. Beide Verfahren basieren auf dem gleichen Prinzip [Nyman 1982, 291ff; Dahlin 1989, 19f]: der Verwendung einer Barrieremembran über einem knöchernen Defekt um das Einwandern osteogener Zellen und Faktoren zu ermöglichen und die Besiedelung mit Bindegewebszellen aus dem umgebenden Weichgewebe zu verhindern.

Ein voraussagbares Procedere zu intraoralen Anwendung der GBR wurde in den späten 80er und frühen 90er Jahren des letzten Jahrhunderts beschrieben [Buser 1993, 42ff; Buser 1995, 23ff]. Daraus entwickelte sich eine prognostizierbare Methode zur Augmentation von Alveolarkammdefekten und periimplantären Knochendefiziten. Gleichwohl, diese hoch techniksensitive Operationsmethode setzt versierte chirurgische Fähigkeiten voraus [McAllister 2007, 381]. Heute werden zur gesteuerten Knochenregeneration nicht-resorbierbare Membranen aus Polytetrafluorethylen (ePTFE z.B. Gore-Tex®, Gore, Putzbrunn), Titanfolien (z.B. Titan-Bone-Shield®, Friadent, Mannheim) sowie resorbierbare Membranen von synthetischer (Polylactide und Polyglykoxide z.B. Epi-Guide®, Curasan, Kleinostheim) und xenogener Herkunft (Kollagen z.B. Bio-Gide®, Geistlich, Baden-Baden) verwendet.

5.3.2.2. Komplikationen

Beim Einsatz nicht resorbierbarer Membranen werden Membranexpositionen mit einer Wahrscheinlichkeit von bis zu 44% beschrieben [Strietzel 2001, 31; McAllister 2007, 382], die in der Regel eine bakterielle Superinfektion der Membranoberflächen nach sich ziehen [Buser 1990a, 25]. Diese Infektionen führen, trotz lokaler Behandlungsmaßnahmen mit desinfizierender Spülung und systemischer Antibiotikatherapie, meist nach fünf bis 35 Tagen zur Knochenresorption und machen eine vorzeitige Entfernung der Membran und teilweise auch des Augmentates erforderlich. Bei resorbierbaren Membranen finden sich Expositionen in vier bis 15% der Fälle [Strietzel 2001, 28]. Diese können unter entsprechender Lokalbehandlung sekundär epithelisieren und damit abheilen [Friedmann 2001, 1621ff]. Größe und Konfiguration des augmentierten Defektes zeigen keinen signifikanten Einfluss auf die Expositionsrate beider Membrantypen. Das Risiko erhöht sich jedoch signifikant bei Nikotinabusus [Strietzel 2001, 31].

5.3.2.3. Ergebnisse

Klinisch erfolgreich erwies sich die GBR zur Augmentation von Extraktionsalveolen, zur horizontalen Kieferkammaugmentation und zur Deckung von Fenestrationsen oder Dehiszenzen um dentale Implantate [McAllister 2007, 381]. Auch die vertikale Alveolarkammaugmentation nach GBR-Prinzip zeigte bei Verwendung einer titanverstärkten ePTFE-Membran in Tierstudien sowie im klinischen Einsatz erfolgversprechende Resultate [Simion 1994, 509; Jovanovic 1995a, 67f; Jovanovic 1995b, 28]. Die Studien zeigten zudem, dass auch ohne Verwendung eines Knochenaufbaumaterials ein Zugewinn von bis zu 4 mm Knochen unter den Membranen erzielbar war. Die Zugabe von Knochen oder Knochenersatzmaterial steigert die erreichbare vertikale Knochenhöhe auf bis zu 5 mm und den möglichen transversalen Zugewinn auf 5,5 mm bis 7 mm [Buser 1990a, 31; Tinti 1996, 218]. Die Einheilzeit beträgt, in Abhängigkeit von der Defektgröße, bei autogenem Knochen als Platzhalter drei bis sechs Monate und bei Verwendung von Knochenersatzmaterialien sechs bis 15 Monate [Neukam 2004, 206]. Prospektive Langzeitstudien zeigten für prothetisch belastete Implantate im Kieferkamm nach GBR eine Gesamterfolgsrate von bis zu 97,5% und damit vergleichbare Ergebnisse wie für Implantate in nicht augmentiertem Knochen [Adell 1990b, 241; Dahlin 1991, 277f; Nevins 1998, 43; Simion 2001, 41].

5.3.3. Auf- und Anlagerungsosteoplastiken

5.3.3.1. Prinzip und Indikation

Mit den Begriffen Auf- und Anlagerungsosteoplastik wird die Verpflanzung von autogenen Knochentransplantaten zum Ausgleich eines vertikalen oder horizontalen Volumendefizites des Alveolarfortsatzes beschrieben. Die Indikation für eine Auflagerungsosteoplastik ist ab einem vertikalen Restknochenangebot von 7 bis 10 mm in Verbindung mit einem interalveolären Kieferabstand von 30 mm bis 40 mm gegeben. Ebenfalls kann eine Auflagerungsosteoplastik selbst bei vertikal ausreichendem Knochenangebot angezeigt sein, wenn dies aus ästhetischen Gründen sinnvoll erscheint.

Die Indikation für eine Anlagerungsosteoplastik besteht bei einem transversalen Knochenangebot von weniger als 4 mm. Ebenso kann zur Harmonisierung des Lippen- und Gesichtsprofils eine Anlagerungsosteoplastik im Bereich des anterioren Oberkiefers notwendig werden [Neukam 2004, 220].

5.3.3.2. Klinische Vorgehensweise

Die mechanische Stabilität und der innige Kontakt des Augmentates zum Knochenlager werden bei dieser Technik als ausschlaggebende Bedingungen zum Behandlungserfolg angesehen [de Carvalho 2000, 569]. Diese Voraussetzungen können durch die Verwendung von Fixationsschrauben [Buser 1996, 424; Urbani 1998, 370] oder die simultane Insertion dentaler Implantate [Adell 1990b, 236f; Jensen 1991, 1279ff] gewährleistet werden. Dabei ist darauf zu achten, dass, nach Setzen der Implantate, diese sowohl im basalen ortsständigen Knochen als auch im Transplantat sicher primär verankert sind. Ein Vorteil einer Transplantatfixierung durch simultane Implantation ist, dass eine funktionelle Belastung des aufgebauten

Knochens frühzeitig erfolgen kann und sich somit die Behandlungsdauer deutlich verkürzt. Nachteilig ist die Gefahr einer prothetischen Fehlpositionierung der Implantate. Vorteil der sekundären Implantation ist die Möglichkeit zur erneuten Planung und Herstellung einer chirurgischen Schablone zur Implantation im augmentierten Knochenlager sowie, wenn nötig, die Möglichkeit einer Nachaugmentation. Bedingt durch die knöchernen Einheilung und die Remodellingvorgänge ist der aufgebaute Knochen bereits drei bis fünf Monate nach Augmentation vaskularisiert und weist durch Umbauvorgänge eine festere Spongiosastruktur auf als zum Zeitpunkt der Transplantation. Dies führt zu einer Erhöhung der Primärstabilität sekundär inserierter Implantate [Schultze-Mosgau 2001, 446; Neukam 2004, 221]. Die Präparation des Empfängerbettes mittels Dekortikation oder punktueller Perforation zur Eröffnung spongiöser Areale steigert die Vaskularisationsrate, ermöglicht das Einwandern osteogener Zellen und Faktoren und fördert damit den Um- und Einbau des Transplantates [Albrektsson 1980, 9f; Majzoub 1999, 1509; de Carvalho 2000, 569; Pikos 2000, 72].

Die Transplantate werden als kortikospongiöse oder rein kortikale Knochenblöcke beziehungsweise Knochenspäne entnommen. Die Revaskularisation von überwiegend kortikalen Augmentaten verläuft langsamer als bei Knochen mit vornehmlich spongiösen Anteilen. Ein deutlich schnelleres Remodelling findet dann statt, wenn der entnommene Knochen, beispielsweise in einer Knochenmühle, zerkleinert und der Defekt mit autogenem Material in partikulärer Form gefüllt wird. Hierdurch verschlechtert sich jedoch die Resorptionsstabilität des Augmentates [Wagner 2004, 65].

5.3.3.3. Komplikationen

In der Vergangenheit wurden unterschiedliche Therapieansätze der Auflagerung von autogenem Knochen zur Augmentation des stark atrophierten Ober- oder Unterkiefers durchgeführt [Keller 1999, 198ff]. Obwohl sich die klinische Misserfolgsrate von anfangs bis zu 50% mittlerweile verbessert hat, sind Resorption des Augmentates, Komplikationen nach Operation und die Überlebensrate von Implantaten im augmentierten Knochen Punkte, die noch immer zu kontroversen Diskussionen an dieser Technik der Kieferrekonstruktion Anlass geben [Verhoeven 1997, 357; Proussaefs 2005, 359;].

Im Hinblick auf die Volumenkonstanz der Transplantate wurden Resorptionsverluste von 0 bis 25% bei Implantatinsertion [Misch 1992, 363; Raghoobar 1996, 1182; Proussaefs 2005, 360;] und bis zu 60% bei Abutmentverbindung [Widmark 1997, 108] festgestellt. Um diesen Verlust einzuschränken und um seine negativen klinischen Folgen zu verhindern, hat sich die Kombination von Blockaugmentation und Membrantechnik bewährt [Jensen 1995, 341; Mellonig 1995, 173ff; Buser 1996, 430; Simion 1998, 20ff].

Die Volumenzunahme des augmentierten Alveolarfortsatzes gestaltet einen spannungsfreien und speicheldichten Wundverschluss oft schwierig. Nahtdehiszenz und damit Exposition des Augmentates zur Mundhöhle kann zu

Wundheilungsstörungen mit bakterieller Superinfektion des transplantierten Knochens führen. Hieraus können Teilverluste des Transplantates oder, im ungünstigsten Fall, dessen vollständige Nekrose resultieren. Die Wahrscheinlichkeit einer Infektion mit teilweisem Augmentatverlust wird mit 12,5% angegeben [Schliephake 1998, 36].

5.3.3.4. Ergebnisse

Durch die Verwendung avaskulärer, autogener Blocktransplantate können, in vertikaler und vor allem in horizontaler Dimension, beachtliche und vorhersagbare Augmentationserfolge erzielt werden [Buser 1996, 429; Misch 1997, 773f; Pikos 1999, 284; Pikos 2000, 73]. PROUSSAEFS und Mitarbeiter [Proussaefs 2005, 360] zeigten 2005 in einer klinischen Studie eine Resorptionsrate von 17% für Blocktransplantate aus dem Unterkiefer in Kombination mit partikulärem autogenem sowie xenogenem Material und Barrieremembran. Der durchschnittliche Zugewinn an vertikaler Knochenhöhe lag in dieser Studie bei 5 mm. Des Weiteren konnte der Erhalt vitalen Knochengewebes innerhalb der Blocktransplantate nachgewiesen werden.

Kontrovers diskutiert wird die Erfolgssicherheit einer simultanen Implantation im augmentierten Oberkiefer [Schultze-Mosgau 2001, 446]. Die Angaben zur Implantatüberlebensrate reichen hierbei von 51 bis 83% nach fünf Jahren kaufunktioneller Belastung [Schliephake 1997, 1229; Neukam 2004, 221]. Vergleicht man die Langzeitergebnisse von simultaner und verzögerter Implantation im augmentierten Oberkiefer zeigen diese für die sekundäre Implantation eine um 20% höhere Überlebenswahrscheinlichkeit, sodass ein zweizeitiges Vorgehen in dieser Region als prognostisch günstiger angesehen wird [Neukam 2004, 221].

5.3.3.5. Donorregionen autogener Knochentransplantate

Entsprechend der Donorregion unterscheidet man intraorale und extraorale Knochentransplantate. Die jeweilige Indikation zur Auswahl einer Spenderregion ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2 - Donorregionen und Indikation

Spenderregionen und zugehörige Indikation nach Neukam 2004, 211	
<i>Spenderregion</i>	<i>Indikation</i>
Avaskuläre Transplantate	
<i>enorale Spenderregionen:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • interforaminal (UK*) • retromolar (OK**, UK*) • Ramus ascendens (UK*) 	<ul style="list-style-type: none"> • einseitige Augmentation im ersatzstarken Lager • einseitige Augmentation im ersatzstarken Lager • einseitige Augmentation im ersatzstarken Lager
<i>extraorale Spenderregionen:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Schädel • Rippe • Beckenkamm/-schaufel • Tibia 	<ul style="list-style-type: none"> • ein- und beidseitige Augmentation im ersatzstarken Lager • ein- und beidseitige Augmentation im ersatzstarken Lager • ein- und beidseitige Augmentation im ersatzstarken Lager • einseitige Augmentation im ersatzstarken Lager, Kontinuitätsdefekte < 6 cm
Mikrovaskuläre Transplantate	
<ul style="list-style-type: none"> • Skapula • Radius • Beckenkamm/-schaufel • Fibula 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontinuitätsdefekte > 6 cm, ein- und beidseitige Augmentation im ersatzschwachen Lager

*UK = Unterkiefer

**OK = Oberkiefer

5.3.3.6. *Intraorale Transplantatgewinnung*

Die bevorzugten intraoralen Entnahmestellen autogener Knochentransplantate sind die Außenseite des Kieferwinkels an der Linea obliqua, der Vorderrand des Ramus mandibulae, der Tuber retromolare und die Symphysenregion [Tolman 1995, 780; Misch 1997, 768; Proussaefs 2005, 352f]. Das gewonnene Knochenvolumen ist in der Regel ausreichend für eine einseitige Sinusbodenaugmentation oder eine Auf- und/oder Anlagerungsosteoplastik in ein bis drei Implantationsregionen [Neukam 2004, 211].

Bei der retromolaren Knochenentnahme erfolgt die Schnittführung analog zur Weisheitszahnostektomie im Unterkiefer. Die maximale Tiefe der Knochenentnahme in der Vertikalen kann präoperativ mit einer Röntgenmessaufnahme bestimmt werden. Ein Sicherheitsabstand von ein bis zwei Millimeter zum Nervus alveolaris inferior ist erforderlich [Neukam 2004, 212].

Die Größe des in der Kinnregion zur Verfügung stehenden Transplantatvolumens unterliegt starken individuellen Schwankungen und ist abhängig von der vertikalen Höhe des Unterkiefers [Neukam 2004, 212]. Bei der Dimensionierung des Kinnknochentransplantates wird die knöcherne Kinnkontur geschont, um sichtbare Störungen der Gesichtsphysiognomie und nachteilige Profilveränderungen zu vermeiden. Um die Vitalität der Unterkieferfrontzähne und den Nervus mentalis an seiner Austrittsstelle nicht zu gefährden, wird ein Sicherheitsabstand der

Osteotomielinien zu den Zahnwurzeln beziehungsweise zum Foramen mentale von mindestens fünf Millimetern empfohlen [Misch 1997, 768]. Die Osteotomie zur Knochenentnahme kann wahlweise mittels Trepanfräse, Lindemannfräse, Mikrosäge oder Piezochirurgie durchgeführt werden. Die Knochenblöcke können, falls notwendig, mit einem Meißel gelöst werden [Neukam 2004, 212].

Als Komplikationen intraoraler Knochenentnahmeoperationen sind, neben Wundheilungsstörungen, auch Hypästhesien oder Parästhesien des Nervus alveolaris inferior möglich. Insbesondere werden Sensibilitätsstörungen der Pulpa benachbarter Zähne bei einem nicht ausreichenden Sicherheitsabstand zu den Wurzelspitzen beschrieben [Misch 1997, 771]. Nach Kinnknochenentnahme wurde dies auch ohne direkte Traumatisierung der Wurzelspitzen in 11,4% der Fälle an den Zähnen 35 bis 45 noch zwölf Monate postoperativ beschrieben [Nkenke 2001, 500]. Sensibilitätsausfälle im peripheren Innervationsgebiet des Nervus alveolaris inferior werden mit einer Häufigkeit von 10% nach Kinnknochenentnahme und mit weniger als 5% nach retromolarer Knochenentnahme angegeben.

Neben dem Vorteil der chirurgisch unkomplizierteren Transplantathebung von intraoral, unterliegen Augmentate aus membranösem Knochen geringeren Resorptionserscheinungen als jene aus enchondralem Knochen [Nkenke 2002, 519].

Während im Kinnbereich monokortikaler Knochen für eine An- und Auflagerungsosteoplastik in zwei bis drei Implantatregionen oder eine einseitige Sinusbodenaugmentation zu gewinnen ist, reicht das retromolare Knochenangebot meist nur für ein bis zwei Implantatregionen [Neukam 2004, 212]. Da die Gefahr von Komplikationen bei der Kinnknochenentnahme höher einzustufen ist als bei retromolarem Vorgehen, wird zum Gewinn einer ausreichenden Knochenmenge gegebenenfalls eine beidseitige retromolare Knochenentnahme empfohlen [Nkenke 2001, 500; Nkenke 2002, 519].

5.3.3.7. Extraorale Transplantatgewinnung – Das Beckenkammtransplantat

In Korrelation mit der Gesamtzahl durchgeführter Implantationen nimmt auch die Zahl der Patienten mit ausgedehnten Defekten des Kieferkammes und gleichzeitigem Wunsch nach implantatprothetischer Versorgung kontinuierlich zu [Zöller 2007, 200].

Zur Rekonstruktion großvolumiger knöcherner Defekte der Kiefer werden Transplantate aus extraoralen Donorregionen wie dem Beckenkamm oder der Beckenschaufel [Barone 2007, 2040f], der Calvaria [Le Lorc'h-Bukiet 2005, 245], der Rippe [Davis 1975, 103] oder dem Tibiakopf [Jakse 2001, 489f] verwendet. Die Auswahl der Donorregion wird bestimmt von der erforderlichen Knochenmenge und der entsprechend vertretbaren Entnahmemorbidität.

Bei der Entnahme von Knochen aus der Tibia kann nur unter Inkaufnahme einer hohen Morbiditätsrate eine ausreichende Menge an kortikospongiosom Material gewonnen werden. Dieses Spenderareal bietet sich für die Entnahme von Spongiosa an, die mit Knochenersatzmaterialien vermischt wird, um den Kieferhöhlenboden zu augmentieren [Zöller 2007, 200].

Bei der Entnahme von Calvaria-Knochen erhält man eine ausgeprägt kortikale Struktur, die eine aufwendige Bearbeitung vor dem Einbringen des Augmentates notwendig macht. Dieses Spenderareal erfordert zudem eine strenge Indikationsstellung und intensive Aufklärung, da Entnahmedefekte hier oftmals nur sehr langsam regenerieren [Zöller 2007, 200].

Eine notwendige Rekonstruktion von Kontinuitätsdefekten von mehr als 6 cm Länge, eine großflächige, ein- oder beidseitige An- und Auflagerungsosteoplastik oder eine umfangreiche ein- oder beidseitige Kieferhöhlenaugmentation können als Indikation für avaskuläre Knochentransplantate aus dem anterioren oder posterioren Beckenkamm gelten [Zöller 2007, 200]. Die ersten Beschreibungen der Entnahme von freien Beckenkammtransplantaten gehen auf die Behandlung von Gesichtsschädeldefekten nach dem 1. Weltkrieg zurück [Lexner 1924, 120]. Damals wurden für Kontinuitätsrekonstruktionen bikortikale Knochenblöcke entnommen und unter Immobilisation der Kiefer durch Drahtosteosynthese fixiert. Bikortikale Blöcke werden heute noch für die Rekonstruktion nach Unterkieferteilresektion infolge onkologischer Erkrankungen verwendet [Zöller 2007, 211].

Durch die resultierende Kontinuitätsunterbrechung in der Donorregion nach bikortikaler Entnahme wird jedoch von einer erhöhten Morbidität berichtet [Goulet 1997, 79]. Für den Kieferkammaufbau, vorbereitend zum selektiven Eingriff der Implantatversorgung, wird daher eine schonende Operationstechnik mit geringer Morbidität und Hospitalisierung gefordert. Dies kann durch eine minimalinvasive Entnahmestrategie mit indikationsspezifischem Entnahmevolumen des Transplantates erreicht werden.

Spongiosa lässt sich vom anterioren Beckenkamm mit wenig invasiven Stanzverfahren gewinnen [McGurk 1993, 87f; Beirne 1996, 269; Rudman 1997, 220f; Hardy 1999, 253f]. Größere Spongiosatransplantate sowie mono- oder bikortikale Knochenspäne erfordern die operative Darstellung der Crista iliaca anterior [Kreibich 1994, 847] wie sie von KALK [Kalk 1996, 1425f] oder ZÖLLER [Zöller 2007, 211f] beschrieben wurde. Eine zu weit lateral geführte Hautinzision bei anteriorer Entnahme birgt die Gefahr einer Verletzung des Nervus cutaneus femoris lateralis mit der Folge einer Sensibilitätsstörung der Haut des seitlichen Oberschenkels.

Zur Knochengewinnung vom posterioren Beckenkamm erfolgt die Schnittführung lateral der Spina iliaca posterior entlang der posterioren Crista iliaca beispielsweise in der Technik nach MARX & MORALES [Marx 1988, 202f] oder BLOOMQUIST & FELDMAN [Bloomquist 1980, 60ff]. Hier liegen die Nervi clunei der Sakralregion nahe am Operationsgebiet.

Bei Bewertung der Knochengewinnung aus dem Beckenkamm sind die Komplikationen im Hinblick auf die Einschränkung der Patienten im Heilungsverlauf sowie die resultierende knöcherne Regeneration kritisch zu diskutieren. Im Rahmen von Nachuntersuchungen konnte gezeigt werden, dass eine postoperative, meist schmerzbedingte Bewegungseinschränkung die häufigste Komplikation für die

Patienten darstellt. Diese Bewegungseinschränkung resultiert aus postoperativen Hämatomen oder Frakturen der Beckenschaufel [Zöller 2007, 217]. Weitere mögliche Komplikationen sind Serome, Wunddehiszenzen durch Prothesendruck, Wundheilungsstörungen, Einbeißen der Antagonisten oder Osteomyelitiden [Neukam 2004, 212f]. Nach anteriorer Entnahme wird die Rate der temporären, funktionellen Einschränkungen mit 18 bis 70% und die der temporären Schmerzzustände mit 10 bis 39% angegeben [Banwart 1995, 1057ff]. Eine weitere Untersuchung gibt schwere Komplikationen mit einer Wahrscheinlichkeit von 8% für eine anteriore und 2% für eine posteriore Beckenkammernahme an. Leichte Komplikationen traten entsprechend mit einer Wahrscheinlichkeit von 15% beziehungsweise 0% auf [Ahlmann 2002, 717].

Bei ungestörtem Heilungsverlauf hält sich das Resorptionsverhalten der Beckenkammtransplantate bis zum Zeitpunkt der Metallentfernung und Implantatinsertion in vertretbaren Grenzen. Wunddehiszenzen, Schleimhautperforationen oder hohe kaufunktionelle Belastung, wie sie etwa bei fehlender oder insuffizienter Interimsversorgung auftritt, vergrößern den Rückgang an erreichter Augmentationshöhe bis hin zum vollständigen Transplantatverlust [Zöller 2007, 217]. KUEBLER und Mitarbeiter [Kuebler 2003, in: Zöller 2007, 219] zeigten durch Vergleich von Orthopantomogrammaufnahmen im Rahmen einer klinischen Studie eine maximale Resorption von 12% der Knochenhöhe 36 Monate nach Implantation.

Die anteriore und die posteriore Beckenschaufel sind aufgrund des großen und hochwertigen Knochenangebotes sowie der Möglichkeit einer variablen Transplantatgestaltung nach wie vor die vorrangige Spenderregion zur Hebung freier Knochentransplantate [Kalk 1996, 1429; Lundgren 1997, 429; Rudman 1997, 222; Stellingsma 1998, 290f]. Aufgrund der geringeren Entnahmemorbidität, des größeren Knochenangebotes und der direkt postoperativ möglichen Mobilisierung bezeichnen verschiedene Autoren die posteriore Entnahmestrategie als überlegen [Ahlmann 2002, 719]. Als Nachteile sind die Nähe des Zugangs zum Iliosakralgelenk, die nötige Umlagerung des Patienten bei Transplantation in die Mundhöhle und damit eine signifikante Verlängerung der Operationszeit zu nennen [Nkenke 2004, 162].

5.3.4. Distractionsosteogenese des Alveolarkammes

5.3.4.1. Prinzip

Die Untersuchungen des russischen Orthopäden ILIZAROV gegen Ende der 50er Jahre des letzten Jahrhunderts haben die Technik der Distractionsosteogenese im Bereich der Orthopädie bekannt gemacht [Ilizarov 1971, 7-15] und mittlerweile zu internationaler Akzeptanz geführt. Das Prinzip der Distractionsosteogenese beruht auf dem biologischen Phänomen, dass ein Spalt zwischen zwei Knochenfragmenten mit neu gebildetem Knochen gefüllt wird, wenn diese durch Zugspannung langsam voneinander entfernt werden [Ilizarov 1989a, 249-281; Ilizarov 1989b, 263-285; Block 1997, 1435f; Block 1998, 342f; Oda 2000, 97f]. Durch Osteotomie an definierter Stelle mit anschließender Distraction gelang es ILIZAROV Extremitätenknochen mitsamt dem umgebenden Weichteilmantel über Distanzen von über 40 cm zu verlängern.

Erste klinische Anwendungen der sogenannten Kallusdistraction auf dem Gebiet der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie wurden erst Anfang der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts für die Verlängerung eines hypoplastischen Unterkieferastes publiziert [McCarthy 1992, 1-10]. Die weitere Entwicklung führte wenige Jahre später zu Distraktorsystemen, die, entgegen dem ursprünglichen Prinzip, nicht transkutan im Sinne eines Fixateur externe angebracht wurden, sondern unter die Mundschleimhaut implantierbar waren [McCarthy 1995, 979ff]. Das ursprüngliche Prinzip der orthopädischen Kallusdistraction gilt letztlich auch für die Alveolarfortsatzdistraction. Die Entwicklung des Kallusgewebes nach Distraction und seine Verknöcherung während der Konsolidierungsphase konnten analog zu Untersuchungen am Röhrenknochen auch für die enorale vertikale Distraction histologisch bestätigt werden [Cope 2002, 280f].

5.3.4.2. Klinische Vorgehensweise

Das klassische Vorgehen im Rahmen einer Distractionsbehandlung umfasst, anschließend an die Osteotomie und Distraktorimplantation, eine siebentägige Latenzperiode zur postoperativen Weichgewebsheilung. In dieser Zeitspanne bildet sich etwa ab dem dritten postoperativen Tag im Bereich des interfragmentären Spaltes eine unmineralisierte Knochenvorstufe – der sogenannte Kallus. Dieser unbewegten Latenzzeit schließt sich die aktive Distractionsphase an. Hierbei werden, wie von ILIZAROV vorgeschlagen, die Fragmentenden mittels einer von außen fixierten Apparatur um eine Distractionsstrecke von einem Millimeter pro Tag auseinandergezogen [Ilizarov 1989b, 269ff].

Die Bewegung des mobilen Knochensegmentes kann in vertikaler wie in horizontaler Richtung durchgeführt werden [Takahashi 2004, 294]. Experimentell konnte gezeigt werden, dass eine unterdurchschnittliche Aktivierungsfrequenz von $1 \times 0,5$ mm/Tag zu einer prämaturen Verknöcherung führt. Im Gegensatz dazu führt eine beschleunigte Aktivierung von $4 \times 0,5$ mm/Tag zur Pseudoarthrosenbildung [Zöller 2008, 91]. Die optimale Aktivierungsfrequenz ist zwar noch nicht absolut geklärt [Schmelzeisen 1996, 375], eine Aktivierung von 1 mm/Tag, verteilt auf zwei bis drei

Einzeldistraktionen ab dem achten postoperativen Tag, hat sich jedoch als klinisch bewährtes Vorgehen etabliert [McAllister 2003, 55; Zöller 2008, 94]. Der Kallus expandiert hierbei ohne Kontinuitätsverlust in Distraktionsrichtung und verknöchert während der folgenden Konsolidierungsphase [Block 1998, 343; Zöller 2008, 91]. Vor Distraktorentfernung sollte diese Phase zumindest acht Wochen, bei geplanter Implantation mindestens zwölf Wochen andauern [Zöller 2008, 94].

5.3.4.3. Möglichkeiten und Grenzen der alveolären Distraktion

Die vertikale Distraktion transportiert ein einseitig am Mukoperiost gestieltes und damit gefäßversorgtes, knöchernes Segment. Dieses Vorgehen impliziert, im Vergleich zu anderen Methoden, eine relativ hohe prognostische Sicherheit hinsichtlich der erreichbaren Knochenqualität und Knochenquantität sowie der zu erwartenden Resorption [Chiapasco 2006a, 400; Zöller 2008, 100]. Entscheidend für den klinischen Erfolg ist eine sorgfältige Indikationsstellung und Behandlungsplanung. Besonderes Augenmerk liegt auf der genauen Bestimmung der Distraktionsrichtung und deren Sicherung gegen Weichgewebszug sowohl während der aktiven Distraktion als auch in der Konsolidierungsphase [McAllister 2003, 64; Zöller 2008, 94f].

Die Voraussetzung für eine sichere Segmentosteotomie bei geplanter Distraktionsosteogenese ist eine ausreichende Knochenhöhe über wichtigen anatomischen Strukturen wie dem Mandibularkanal sowie den Kiefer- und Nasenhöhlen. Unter Berücksichtigung einer 2 mm breiten Knochenschicht als Sicherheitsabstand und mindestens weiteren 3 bis 4 mm Segmenthöhe sind 5 bis 7 mm alveolärer Knochen kranial des Nervenverlaufes beziehungsweise kaudal des Nasenbodens erforderlich [McAllister 2003, 64; McAllister 2007, 387; Zöller 2008, 95]. Auf Höhe der Segmentosteotomie sollte die horizontale Breite des Kieferkammes nicht unter 7 mm liegen, um eine ausreichende Stabilisierung nachfolgend inserierter Implantate zu gewährleisten [Zöller 2007, 206]. Liegt das vorhandene Restknochenangebot unterhalb dieser Grenzwerte, ist eine Distraktionsosteogenese kontraindiziert.

Als alternative Kieferkammrekonstruktion bietet sich beispielsweise das freie Beckenkammtransplantat an [Zöller 2008, 90]. Limitierender Faktor für einen vertikalen Knochenzugewinn im Defekt ist die krestale Höhe des Alveolarknochens an den benachbarten Zähnen [McAllister 2003, 55]. Versuche einer Regeneration von knöchernem Attachment durch Distraktionsosteogenese brachten im Tiermodell keine positiven Ergebnisse [Bavitz 2000, 602]. Die Distraktionsosteogenese in kleineren Alveolarkammdefekten, mit einer Breite von ein oder zwei Zähnen, ist mit einer höheren Komplikationsrate verbunden [Jensen 2002, 65]. In diesen Fällen sind alternative Augmentationsverfahren zu bevorzugen.

5.3.4.4. Komplikationen

Zum Auftreten von Komplikationen im Rahmen vertikaler Alveolarfortsatzdistraktion finden sich in der Literatur stark divergierende Daten. Die Angaben zur Gesamtkomplikationsrate reichen von unter 5% [Zöller 2007, 209f] bis zu 79,31%

[Enislidis 2005, 27; Saulacic 2007, 268ff; Wolvius 2007, 702]. Folgeschwere Probleme können auftreten durch Schleimhautdehiszenzen (2 bis 8,7%), entzündliche Komplikationen (6 bis 10,3%), Materialversagen (0,2 bis 2,7%), Sensibilitätsstörungen (1 bis 28%) sowie Frakturen des basalen oder mobilen Knochenfragmentes (1,7 bis 19%) [Enislidis 2005, 27; Perdijk 2007, 918; Saulacic 2007, 268ff; Wolvius 2007, 702; Zöller 2007, 209f].

5.3.4.5. Ergebnisse

Eine Vielzahl an klinischen Studien zeigt erfolgreiche Therapieergebnisse bei der Anwendung unterschiedlicher Distraktorsysteme am Alveolarkamm [Gaggl 2000, 426; Chiapasco 2004a, 406; Wolvius 2007, 702]. Auch Fälle mit schwerer Atrophie konnten präimplantologisch erfolgreich mittels Distraktionsosteogenese augmentiert werden. Die Daten zur Überlebensrate prothetisch versorgter Implantate in distrahiertem Knochen (90,9 bis 100%) sind vergleichbar mit der Überlebensrate nach anderen Augmentationsverfahren. Auch gegenüber Implantaten in nativem Knochen zeigt sich kein signifikanter Unterschied [Jensen 2002, 65; Chiapasco 2004a, 406; Enislidis 2005, 28; Chiapasco 2006a, 400; Chiapasco 2007, 438; Wolvius 2007, 702; Perez-Sayans 2008, 789].

5.4. Sinusbodenaugmentation

5.4.1. Prinzip und Indikation

Im zahnlosen posterioren Oberkiefer stellt sich in vielen Fällen eine reduzierte bis minimale Restknochenhöhe kaudal des Kieferhöhlenbodens dar. Häufig findet man ein implantologisch inadäquates Knochenvolumen nach länger zurückliegendem Zahnverlust als Resultat einer fortschreitenden Ausbreitung des Sinus maxillaris in kaudaler Richtung (Pneumatisation). Hinzu kommt die mangels Krafteinleitung auftretende Alveolarkammatrophy der ehemals zahntragenden Kieferareale [Raghoobar 1997, 119]. LUNDGREN und Mitarbeiter fanden in 43% ihrer geplanten Implantationsregionen im posterioren Oberkiefer eine Restknochenhöhe von ≤ 4 mm [Lundgren 1996, 764]. Zusätzlich weist der posteriore Oberkiefer im Vergleich zum Unterkiefer eine weniger dichte und damit weichere Knochenqualität auf (Typ III-IV nach LEKHOLM, D4 nach MISCH) [Lekholm 1985, 201ff; Misch 2008a, 135].

Eine Möglichkeit, ein limitiertes vertikales Knochenangebot optimal zu nutzen, sind kürzere Implantate. Ergibt sich hierdurch jedoch ein ungünstiges Verhältnis zwischen Kronen- und Wurzellänge, sollte eine vertikale Augmentation des Knochenlagers in Betracht gezogen werden [McAllister 2007, 379]. Liegt ein Knochendefizit ohne intraorale Komponente, das heißt ohne inadäquate Vergrößerung des intermaxillären Abstandes vor, kann der Knochenaufbau allein durch eine Kieferhöhlenbodenaugmentation erfolgen [Neukam 2004, 223; McAllister 2007, 379].

Die Sinusbodenaugmentation bezeichnet die operative Elevation der Kieferhöhlenschleimhaut zur Schaffung eines Hohlraumes zwischen der sogenannten Schneiderschen Membran und dem knöchernen Kieferhöhlenboden. Die Einlagerung von autogenem Knochen oder Knochenersatzmaterial wird dadurch möglich. Vor einem derartigen Eingriff sind pathologische Prozesse im Operationsgebiet auszuschließen. Um die anatomische Situation hinsichtlich Restknochenhöhe, Sinustopographie oder Knochensepten genau zu erfassen, kann eine dreidimensionale Bildgebung mittels Computertomographie oder digitaler Volumetomographie hilfreich sein [Zinreich 1987, 775; Sandler 1996, 1012]. Anzeichen für eine akute oder chronische Sinusitis sowie andere pathologische Geschehen in der Kieferhöhle während der präimplantologischen Diagnostik machen eine fachärztliche Abklärung notwendig [Misch 2008c, 915].

Nach dem unterschiedlichen Zugangsweg werden ein lateraler beziehungsweise retrograder und ein krestaler beziehungsweise orthograde Sinuslift unterschieden [Neukam 2004, 222ff].

5.4.2. Der laterale Sinuslift

In der erstmaligen Publikation dieser Operationstechnik im Jahre 1980 durch BOYNE und JAMES [Boyne 1980, 614ff] wird, ebenso wie in den mittlerweile zahlreichen Modifikationen, der Zugang zum Sinus maxillaris mittels einer abgewandelten Caldwell-Luc-Operation durchgeführt [Smiler 1997, 886ff]. Dieses Vorgehen beinhaltet die Präparation eines Knochenfensters in die faciale Kieferhöhlenwand,

ausgehend vom Vestibulum des Oberkiefers. Die vorsichtige Elevation der Kieferhöhlenschleimhaut ermöglicht die Präparation eines nahezu beliebig großen Raumes zwischen derselben und dem knöchernen Sinusboden, in den ein Augmentationsmaterial eingebracht werden kann. Ein Vorteil dieses Zugangsweges ist die Schonung der knöchernen Integrität im Bereich der späteren Implantathalsebene [Neukam 2004, 222f]. Erlauben die Höhe und die Qualität des Knochenlagers bereits zum Zeitpunkt der Sinusaugmentation die primärstabile Verankerung dentaler Implantate, kann ein simultanes Vorgehen gewählt werden. Einige Autoren empfehlen die simultane Implantation nur unter der strengen Voraussetzung einer Restknochenhöhe von ≥ 4 mm [Neukam 2004, 223]. Im Vergleich der Überlebensraten von Implantaten bei Sinusbodenelevation mit simultaner Insertion und einem zweizeitigen Vorgehen mit verzögerter Implantation konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Behandlungserfolges festgestellt werden [Wallace 2003, 336].

5.4.3. Der krestale Sinuslift

Alternativ zum lateralen Vorgehen kann eine Sinusbodenelevation auch mittels der weniger invasiven Osteotomtechnik vorgenommen werden, wie ursprünglich von SUMMERS beschrieben [Summers 1994, 152ff]. Hierbei erfolgt der Zugang zur Kieferhöhle ausgehend vom Alveolarkamm durch Eindrücken des kortikalen Sinusbodens mit speziellen Instrumenten. Dies ersetzt die Präparation eines lateralen Knochenfensters [Summers 1994, 152ff; Fugazzotto 1999, 540; Brägger 2004, 159]. Ein Augmentationsmaterial kann, wenn nötig, durch den krestalen Bohrschacht eingebracht werden. Sowohl eine simultane, wie auch eine verzögerte Implantation sind möglich. Der erzielbare Zugewinn an vertikalem Knochenangebot liegt bei der Osteotomtechnik zwischen 3 und 5 mm [McAllister 2007, 379].

In Abhängigkeit von der geplanten Implantatlänge sollte die Restknochenhöhe mindestens 5 bis 6 mm betragen, um eine adäquate Augmentation des Sinusbodens ohne erhöhtes Perforationsrisiko der Kieferhöhlenschleimhaut durchführen zu können [Rosen 1999, 857].

Zur schonenden Elevation der Kieferhöhlenschleimhaut über einen krestalen Bohrschacht wurden in den letzten Jahren weitere Verfahren vorgestellt. Erfolgreiche Ergebnisse bei geringer Komplikationsrate zeigt das Balloon-Lift-Control™-Verfahren (Hager & Meisinger GmbH, Neuss), bei dem ein sukzessive mit Flüssigkeit gefüllter Ballon die Schneidersche Membran von der knöchernen Unterlage löst und anhebt [Benner 2007, 27f; Kfir 2007, 2035]. Eine in der klinischen Anwendung vielversprechende Methode stellt die hydrodynamische Membranelevation mit dem IntraLift™-System (Aceton, Tuttlingen) dar [Wainwright 2007, 30ff]. Zu dieser Methode stehen jedoch noch unabhängige Untersuchungen aus, die zur objektiven Bewertung abgewartet werden müssen.

5.4.4. Knochenersatz im Sinus maxillaris

Zum Knochenersatz im augmentierten Sinus maxillaris wurde die Verwendung einer Vielzahl verschiedener Materialien beschrieben. Diese waren unter anderem partikulärer, autogener Knochen [Wood 1988, 210; Lundgren 1996, 762; Froum 1998, 529f], autogene Knochenblöcke [Khoury 1999, 557ff; Wannfors 2000, 626f], partikuläres bovines Material [Hürzeler 1996, 466-475; Valentini 1997, 233f; Froum 1998, 529f; Valentini 2003, 557], nicht resorbierbares Hydroxylapatit [Small 1993, 525f] und BMP-2 [Boyne 1997, 12f]. Histologische Untersuchungen von Knochenbiopsien nach Sinusaugmentation zeigten für die unterschiedlichen Augmentationsmaterialien deutliche Unterschiede bezüglich der erzielten Knochenqualität. Der Anteil an vitalem Knochengewebe lag nach der histomorphometrischen Auswertung der Proben zwischen 4,6% und 59,4% [Lundgren 1996, 763; Wheeler 1996, 31; Wheeler 1997, 1289; Froum 1998, 534ff; Tarnow 2000, 119]. Der niedrigste Wert wurde nach Anwendung von Hydroxylapatit im Sinus festgestellt. Partikulärer autogener Knochen lieferte den prozentual größten Anteil vitalen Knochengewebes innerhalb des Augmentates [Wheeler 1997, 1289].

5.4.5. Komplikationen

Obwohl schwerwiegende Komplikationen nach Sinusaugmentation nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit auftreten, wurde über folgende Ereignisse berichtet: Membranverletzungen (26 bis 32%), Wunddehiszenz (6%), Verlagerung des Augmentates (2%), Sinusitis (2%), Infektion, Blutung, Zystenbildung, Kieferkammresorption und bindegewebige Einscheidung des Augmentates [Regev 1995, 459; Wheeler 1997, 1287; van den Bergh 1998, 432; Khoury 1999, 563; McAllister 1999, 366f; Raghoobar 1999, 67ff; Timmenga 2001, 200].

Eine nach kaudal spitz zulaufende Sinuskonfiguration oder scharfe Knochensepten im Augmentationsgebiet können zu vermehrtem Auftreten iatrogenen Membranperforationen führen. Dies ist bei kleineren Defekten unproblematisch [Raghoobar 1999, 66]. Tritt eine größere Verletzung der Kieferhöhlenschleimhaut auf, kann die Perforation mit einer resorbierbaren Membran abgedeckt und somit eine Verlagerung partikulären Augmentationsmaterials in den Sinus verhindert werden [Fugazzotto 2003, 1537].

5.4.6. Ergebnisse

Die verschiedenen Therapieansätze zur Sinusbodenaugmentation vor Implantation zeigen eine durchschnittliche Implantatüberlebensrate von etwa 92% [Wallace 2003, 334; Del Fabbro 2004, 568].

6. Ursache und Diagnose der periimplantären Entzündung

6.1. Einleitung

Der periimplantären Mukosa kommt eine besondere Rolle für den Langzeiterfolg eines Implantates zu. Sie besitzt eine Barrierefunktion und verhindert die Penetration oraler Mikroorganismen in tiefere periimplantäre Bereiche [Berglundh 1996, 972]. Sobald erste Entzündungszeichen vorliegen („Ailing Implant“), sollten therapeutische Maßnahmen durchgeführt werden, um ein Fortschreiten der periimplantären Infektion und die Gefahr eines konsekutiven Knochenabbaus zu verhindern [Meffert 1992, 25]. Wie natürlichen Zähnen droht auch Implantaten im Fall einer ausgedehnten Knochendestruktion der Verlust. Während der parodontal geschädigte Zahn, infolge des kontinuierlichen Attachmentverlustes, eine zunehmende Lockerung aufweist, zeigt das Implantat dagegen selbst bei einem progredienten Knochenabbau keine klinisch feststellbare Mobilität („Failing Implant“) [Esposito 1999a, 474]. Erst eine Knochendestruktion bis zum Apex führt zur Implantatbeweglichkeit und damit zum klinisch klar erkennbaren Implantatverlust („Failed Implant“). Bis zu diesem Stadium stehen verschiedene therapeutische Maßnahmen zur Verfügung, die den Krankheitsverlauf aufhalten, beziehungsweise zu einer Restitution des knöchernen Lagergewebes führen können [Romanos 2005, 324].

6.2. Anatomischer Aufbau der periimplantären Weichgewebe im Vergleich zum natürlichen Zahn

BERGLUNDH und Mitarbeiter konnten in verschiedenen Untersuchungen zeigen, dass die anatomische Struktur der periimplantären Weichgewebsmanschette durchaus Gemeinsamkeiten mit dem Aufbau der gesunden Gingiva am natürlichen Zahn aufweist. Diese sind eine ähnliche Dimension des epithelialen und bindegewebigen Attachments, sowie die Ausbildung eines keratinisierten Epithels, welches am Marginalsaum in ein orales Sulkusepithel und schließlich in ein Verbindungsepithel übergeht [Berglundh 1991, 86; Listgarten 1991, 12; Berglundh 1992, 7]. Diese und weitere tierexperimentelle Studien weisen jedoch auch auf Unterschiede zwischen den beiden Gewebetypen hin. So ist das supraalveoläre Bindegewebe um ein Implantat verglichen mit der Lamina propria des Parodonts zell- und gefäßarm [Lindhe 1998, 48]. Histologisch und histomorphometrisch konnte nachgewiesen werden, dass die periimplantäre Mukosa einen größeren Anteil kollagener Fasern (87,2%) verglichen mit der Gingiva um natürliche Zähne (63,1%) enthält [Berglundh 1991, 86]. Zudem stellt sich die Ausrichtung dieser Faserstrukturen um ein Implantat anders dar. Dies liegt in der Ausbildung von Wurzelzement auf der Oberfläche der natürlichen Zahnwurzel begründet. Perpendikulär auf die Zementoberfläche einstrahlende, dentogingivale Kollagenfasern sind ein charakteristisches Merkmal des Parodontiums [Listgarten 1991, 4]. Da die Implantatoberfläche diese Eigenschaften des Wurzelzementes nicht erfüllt, stellt sich der Faserverlauf innerhalb der periimplantären Mukosa parallel und

zirkulär zur Implantatoberfläche ausgerichtet dar [Listgarten 1991, 4; Abrahamsson 2002, 448f].

Die epitheliale Anheftung am Implantat entspricht der am natürlichen Zahn. Elektronenmikroskopisch finden sich eine Basalmembran und Hemidesmosomen [Listgarten 1991, 12].

Auswirkungen auf die Qualität des periimplantären Weichgewebeabschlusses haben sowohl das Abutmentmaterial [Abrahamsson 1998, 725], wie auch ein häufiger Wechsel des Abutments bei zweiteiligen Implantat-Aufbau-Systemen [Abrahamsson 1997, 571]. Wie tierexperimentelle Untersuchungen zeigten, kommt es, in Folge dieser wiederholten mechanischen Zerstörung des Verbundes zwischen periimplantärer Mukosa und Abutmentoberfläche, zur Migration des Saumepithels nach apikal und nachfolgend zur zervikalen Knochenresorption.

6.3. Einfluss der Implantat-Aufbau-Verbindung

Die Stabilität des periimplantären Gewebes wird auch durch die Art der Verbindung des Aufbaus mit dem enossalen Anteil des Implantates beeinflusst. Aufbauverbindungen, die einen peripheren Mikrospace aufweisen, zeigen eine periimplantäre Mikroentzündung im Weichgewebe. An Brånemark-Implantaten konnte im Hundemodell unmittelbar lateral des Mikrospace zwischen Implantat und Aufbau ein entzündliches Infiltrat von 1,5 mm Höhe und 0,5 mm Breite nachgewiesen werden. Die apikale Begrenzung dieses Infiltrates wies einen konstanten Abstand von etwa einem Millimeter zum Alveolarknochen auf [Ericsson 1995, 257]. Liegt der Fugespace, bedingt durch die Insertionstiefe, in einem geringeren Abstand zum Knochen, wird diese bakterielle Besiedelung als Ursache für den etwa einen Millimeter starken Knochenabbau im ersten Jahr nach Exposition zur Mundhöhle vermutet [Quirynen 1993, 160; Ericsson 1995, 258].

6.4. Entstehung und Klassifikation periimplantärer Entzündungen

Analog zur Klassifikation der Parodontalerkrankungen [Armitage 1999, 2f] unterscheiden ALBREKTSSON und ISIDOR [Albrektsson 1994, 365ff] die periimplantären Infektionen nach periimplantärer Mukositis und manifester Periimplantitis. Die Arbeitsgruppen um ERICSSON und um PONTORIERO konnten die positive Korrelation zwischen Plaqueansammlung im periimplantären Bereich und der Ausbildung einer Mukositis beziehungsweise Periimplantitis nachweisen [Ericsson 1992, 102; Pontoriero 1994, 257].

6.4.1. Periimplantäre Mukositis

Die vollständig reversible periimplantäre Mukositis [Mombelli 1998, 66] ist die der Gingivitis vergleichbare Erkrankung der Weichgewebsmanschette um Implantate [Romanos 2005, 325]. Die immunhistochemische Untersuchung humaner Biopsien ergab, dass die strukturellen Charakteristika des entzündlichen Infiltrates um Zähne

und Implantate ähnlich sind [Tonetti 1995, 739; Romanos 1996, 609; Gualini 2003, 14]. ERICSSON und Mitarbeiter beobachteten an Beagle-Hunden im Rahmen einer plaqueinduzierten Entzündung um Implantate, ebenso wie um natürliche Zähne, die Ausbildung eines entzündlichen Infiltrates lateral des Saumeithels und die apikale Migration desselben. Nach einem definierten Beobachtungszeitraum stellten sich diese Entzündungsvorgänge im periimplantären Gewebe signifikant weiter fortgeschritten dar [Ericsson 1992, 101f].

In aktuellen Literaturübersichtsarbeiten zur Prävalenz der Erkrankung wurde eine periimplantäre Mukositis bei 80% der Patienten und 50% der untersuchten Implantate festgestellt [Zitzmann 2008, 290].

6.4.2. Periimplantitis

Einer Periimplantitis geht immer eine periimplantäre Mukositis voraus. Das weitere Fortschreiten der Plaqueakkumulation in subgingivale Bereiche und damit das Übergreifen der bakteriellen Entzündung auf den periimplantären Knochen führt zur manifesten Periimplantitis [Romanos 2005, 327]. GUALINI und Mitarbeiter bestätigten durch ihre Untersuchung, dass bei einer manifesten Periimplantitis auch eine andere Zellpopulation als bei einer Mukositis im periimplantären Weichgewebe vorliegt. So konnte innerhalb des entzündlichen Infiltrates ein signifikanter prozentualer Anstieg an B-Lymphozyten (CD19-positiv) und polymorphkernigen, neutrophilen Granulozyten (Elastase-positiv) beobachtet werden [Gualini 2003, 16].

Bedingt durch die anatomischen Unterschiede zum natürlichen Parodontium [Listgarten 1991, 1-17] ist eine bakterielle Penetration der periimplantären Weichgewebsmanschette mit einer schnelleren Stützgewebedestruktion verbunden [Romanos 2005, 326]. LINDHE untersuchte Biopsien entzündeter periimplantärer Mukosa und entzündeter Gingiva in einer Vergleichsstudie am Hundemodell [Lindhe 1992, 14]. Dabei waren klinisch feststellbare Entzündungszeichen, röntgenologisch und histologisch nachweisbarer Verlust an knöchernem Attachment sowie das entzündliche Infiltrat um Implantate deutlich ausgeprägter als um natürliche Zähne.

BERGLUNDH konnte anhand einer systematischen Analyse zahlreicher Studien eine Abhängigkeit der Inzidenz dieser Erkrankung von der Art der prothetischen Suprastruktur nachweisen [Berglundh 2002, 207f]. Eine aktuelle Übersichtsuntersuchung, in der fünf bedeutende systematische Analysen [Karoussis 2004, 8-17; Brägger 2005, 326-334; Fransson 2005, 440-446; Roos-Jansaker 2006, 290-295; Fransson 2008, 142-147] berücksichtigt wurden, zeigte eine Prävalenz der Periimplantitis bei 28% bis mehr als 56% der Patienten und 12% bis 43% der untersuchten Implantate [Zitzmann 2008, 290].

6.5. Diagnose periimplantärer Entzündungen

Eine gründliche Diagnostik stellt die unabdingbare Basis für eventuell notwendige Therapiemaßnahmen dar [Romanos 2005, 327]. Zur exakten Eingrenzung und Diagnose periimplantärer Probleme können zahlreiche diagnostische Kriterien herangezogen werden. Die wichtigsten sind: pathologische Sondierungstiefen, Taschensekretion, von zervikal ausgehende periimplantäre Radioluzenzen und, im Endstadium, klinisch erkennbare Mobilität [Mombelli 1998, 66ff].

Auch in der vorliegenden Studie wurden diese klinischen und radiologischen Parameter ausgewertet. Im Folgenden sollen die verwendeten Untersuchungsmethoden ausführlich beschrieben werden. Der Vollständigkeit wegen ist die Möglichkeit einer mikrobiologischen Analyse der periimplantären Keimflora zu erwähnen. Da dergleichen im Rahmen dieser Untersuchung nicht durchgeführt wurde, wird auf diese Methode nicht näher eingegangen.

6.5.1. Klinische Parameter zum periimplantären Entzündungszustand

6.5.1.1. *Plaqueakkumulation*

Der Mundhygienestatus eines Patienten kann durch den Plaqueindex nach SILNESS und LÖE [Silness 1964, 122ff] exakt definiert werden. In der klinischen Praxis hat sich die Messung der Plaqueakkumulation um Implantate anhand des modifizierten Plaqueindex nach MOMBELLI und Mitarbeitern [Mombelli 1994, 84] bewährt (Abb. 1). Diese vereinfachte Klassifikation der vorhandenen Plaquemenge kam ebenfalls in der vorliegenden Studie zur Anwendung. Die Quantifizierung der Plaqueansammlung um ein Implantat ist von Interesse, um die Mundhygienefähigkeit des Patienten und seine diesbezügliche Compliance zu erfassen und eine Veränderung im Verlauf zu beurteilen.

Klinische Plaqueindizes, wie die genannten, erreichen zwar nicht die für die Plaque-Planimetrie geltende hohe Reproduzierbarkeit [Quirynen 1985, 327; Quirynen 1991a, 103f] und Aussagekraft [Quirynen 1991a, 103f], sind jedoch wegen ihrer einfachen Durchführbarkeit für große Untersuchungsgruppen und lange Nachsorgezeiträume gut geeignet [Behneke 2004, 319].

6.5.1.2. *Sulkusblutung*

Eine Beurteilung der Sulkusblutungsneigung („Bleeding on Probing“, BOP) um Implantate gilt für zahlreiche Autoren als valider Parameter für die Diagnose einer Mukositis [Romanos 2005, 328]. Trotzdem liegen die Ursachen einer erhöhten Reizblutung auf Sondierung bei Implantaten nicht zwangsläufig in entzündlichen Veränderungen des Weichgewebes [Behneke 2004, 320]. Grund hierfür ist der instabilere periimplantäre Weichgewebeabschluss, der, im Gegensatz zum natürlichen Zahn, nicht über eine direkte Faserinsertion an der Implantatoberfläche verfügt [Berglundh 1991, 88; Listgarten 1991, 12]. Während der Provokation einer Sulkusblutung ist die Verletzung des subepithelialen Bindegewebes durch Überschreiten der apikalen Saumepithelgrenze mit der Sondenspitze klinisch nicht sicher auszuschließen. Eine nachfolgende Blutung tritt oftmals als Verletzungsfolge

auf und wird fälschlicherweise als Entzündungssymptom interpretiert. Eine positive Sulkusblutung als alleiniges Kriterium zur Bewertung des periimplantären Entzündungszustandes heranzuziehen erscheint somit nicht zulässig [Behneke 2004, 320]. LANG und Mitarbeiter stellten vor allem die Aussagekraft eines negativen Sulkusblutungsbefundes als verlässliches Zeichen für stabile parodontale [Lang 1990, 720] und periimplantäre Verhältnisse [Lang 1994, 197] heraus. Spontanblutungen oder massive Blutung auf Sondierung können jedoch als sichere Anzeichen für pathologisch veränderte periimplantäre Weichgewebe angesehen werden [Behneke 2004, 320].

Eine Klassifizierung der Befunde erfolgt als Ja/Nein-Bewertung entsprechend der Einteilung nach MÜHLEMANN und SON [Mühlemann 1971, 108ff] oder, wie in der vorliegenden Untersuchung, mittels des modifizierten Sulkusblutungsindex nach MOMBELLI und Mitarbeitern [Mombelli 1994, 84] (Abb. 1).

Abbildung 1 - Indices nach Mombelli

Modifizierter Plaqueindex nach Mombelli 1994,84

- *Grad 0: keine Plaquebesiedelung*
- *Grad 1: durch Abstreifen mit der Sonde nachweisbare Plaquebesiedelung*
- *Grad 2: mit bloßem Auge sichtbare Plaquebesiedelung*
- *Grad 3: massive Ausbildung von Zahnstein und Belägen*

Modifizierter Sulkusblutungsindex nach Mombelli 1994,84

- *Grad 0: keine Blutung*
- *Grad 1: isolierte Blutpunkte*
- *Grad 2: Blut bildet eine konfluierende Linie am Marginalsaum*
- *Grad 3: massive Blutung/Spontanblutung*

6.5.1.3. Sondierungstiefe

Sondierungsuntersuchungen gelten heute als verlässlichstes diagnostisches Hilfsmittel zur Beurteilung parodontaler Gesundheit und der Attachmentverhältnisse am natürlichen Zahn [Salvi 2008, 577ff]. Die einem parodontalen Attachment ähnlichen Bindegewebsstrukturen um Implantate erlauben, dass auch an den künstlichen Pfeilern Sondierungsbefunde erhoben werden [Berglundh 1991, 86; Listgarten 1991, 10f; Buser 1992, 231]. Klassisches Untersuchungsinstrument sind Handsonden, wie auch in der vorliegenden Studie.

Bei einem kontrollierten Sondierungsdruck von 0,2 N bis 0,25 N kommt die Sondenspitze im gesunden parodontalen und periimplantären Gewebe am apikalen Ende des Saumepithels, also in etwa 1 mm Abstand vom Knochen, zu liegen [Abrahamsson 2006, 603f; Mombelli 1992, 298]. Die von einem erfahrenen Kliniker durchschnittlich aufgebrachte Sondierungskraft liegt jedoch bei 0,44 N [Freed 1983, 491]. Tierexperimentell wiesen ERICSSON und LINDHE nach, dass um Implantate bei einer Sondierungskraft von 0,5 N durch eine Penetration der bindegewebigen periimplantären Strukturen deutlich erhöhte Werte verglichen mit eigenen Zähnen gemessen werden [Ericsson 1993, 625f]. Demnach lassen sich um Implantate bei erhöhtem Sondierungsdruck (0,5 N) keine exakten Rückschlüsse auf die Länge des Saumepithels oder den Abstand der Sondenspitze zum Knochen ziehen [Ericsson 1993, 626; Mombelli 1997, 452f].

Die im Verlauf einer periimplantären Mukositis auftretenden entzündlichen Veränderungen des Gewebes sind jedoch mit einem Anstieg der klinisch messbaren Sondierungstiefen verbunden [Lekholm 1986, 60]. Auch LANG und Mitarbeiter konnten zeigen, dass Sondierungswerte um Implantate mit Fortschreiten der Entzündungsvorgänge ansteigen und dadurch eine gute Möglichkeit darstellen, den Zustand der periimplantären Weichgewebe zu beurteilen [Lang 1994, 199]. Obwohl die Ergebnisse einer Sondierungsmessung um Implantate stärker als um natürliche Zähne von der Messkraft abhängig sind und die Suprastruktur deren Durchführung nicht selten deutlich erschwert [Mombelli 1997, 452f], haben Veränderungen dieser Messwerte in der Verlaufsbeobachtung eine hohe Aussagekraft für die Früherkennung der Erkrankung und die Kontrolle ihres Fortschreitens [Romanos 2005, 326]. Die Sondierungsmessung kann als Entscheidungskriterium zur Durchführung einer eventuell notwendigen Therapie herangezogen werden [Mombelli 1998, 67ff].

Aus klinischen Studien ergaben sich für erfolgreiche Implantate mit gesunden Schleimhautverhältnissen Sondierungswerte zwischen 1,5 mm und 3,8 mm [Cox 1987, 95; Apse 1991, 108f; Buser 1991, 407; Quirynen 1992, 120ff; Behneke 1997, 752]. Nach SALVI sind an natürlichen Zähnen Messwerte ab vier Millimetern als pathologisch zu werten [Salvi 2008, 577]. Nach MOMBELLI & LANG erfolgt diese Einstufung an Implantaten dagegen erst ab Taschentiefen von fünf Millimetern oder mehr [Mombelli 1994, 83]. Zur abschließenden Klassifizierung als physio- oder pathologisch kann die Verlaufsbeobachtung sowie die Berücksichtigung weiterer Entzündungszeichen, der individuellen Schleimhautdicke und der vertikalen Implantatposition hilfreich sein [Behneke 2004, 323ff]. Im Bezug auf den Zusammenhang zwischen erhöhten Sondierungstiefen und dem marginalen Knochenverlust konnten sowohl QUIRYNEN [Quirynen 1991b, 191] wie auch BRÄGGER [Brägger 1996, 237] eine positive Korrelation feststellen.

Die Verwendung druckkalibrierter Sonden anstatt klassischer Handinstrumente ergab in klinischen Untersuchungen keine nachweisbare Erhöhung der Reliabilität [Becherer 1993, 720; Wang 1995, 42ff].

Wird die Sondierungstiefe auf einen Fixpunkt bezogen, das heißt zusätzlich die Distanz zwischen einem implantatspezifischen Referenzpunkt und dem Marginalsaum bestimmt und diese Strecke zum Sondierungswert addiert, ergibt sich das klinische Attachmentniveau oder Attachmentlevel (CAL). Dieser Parameter erlaubt eine Beurteilung der Sondierungstiefe unabhängig von Veränderungen der Lage des Marginalsaumes [Buser 1990b, 38].

6.5.1.4. Suppuration

Pusentleerung aus dem periimplantären Sulkusbereich bestätigt das Vorliegen einer akuten Entzündung [Romanos 2005, 330]. Mit dem bloßen Auge erkennbar wird eine Suppuration erst, wenn bereits ein ausgeprägtes Entzündungsgeschehen mit einer großen Anzahl neutrophiler Granulozyten vorliegt. Pusaustritt ist ein starker Indikator für eine fortgeschrittene Periimplantitis und kann daher nicht als frühdiagnostischer Parameter zur Untersuchung erkrankter Implantate gelten.

Von wissenschaftlichem Interesse ist die Messung einer Erhöhung der Sulkusfluidflußrate (SFFR) zum Rückschluss auf Bildung eines lokalen entzündlichen Infiltrates im periimplantären Bindegewebe. APSE und Mitarbeitern gelang der klinische Nachweis der Validität dieser Methode [Apse 1989, 102f]. Die Ergebnisse einer quantitativen Bestimmung der Sulkusfluidflußrate mit Indikatorpapier oder dem Periotron®-Gerät (Model 8000, Oraflow Co., Plainview, NY, USA) korrespondierten in wissenschaftlichen Untersuchungen mit dem periimplantären Entzündungsgrad [Niimi 1995, 435; Teixeira 1997, 80]. Um Zeit- und Materialaufwand einzugrenzen wurde dieser Test im Rahmen der vorliegenden Studie nicht durchgeführt.

6.5.1.5. Klinische Beurteilung der Implantatstabilität

Ein inniger Kontakt zwischen Implantatoberfläche und umgebenden Knochen gilt als grundlegendes Kriterium für den Implantaterfolg [Buser 1990b, 35]. Klinische Beweglichkeitsprüfungen, bei denen das isoliert zugängliche Implantat manuell oder mit Instrumentengriffen orovestibulär, mesiodistal und intrudierend belastet wird, stellen eine eindeutige Differenzierungsmöglichkeit zwischen bindegewebig eingeschiedenen und ankylotisch verankerten Implantaten dar [Behneke 2004, 328].

Aufgrund dieser Eindeutigkeit findet die An- oder Abwesenheit der Beweglichkeit auch Berücksichtigung in definierten Erfolgskriterien [Albrektsson 1986, 12ff; Smith 1989, 568]. Klinisch feststellbare Mobilität nach einer ausreichenden Einheilphase weist auf einen Osseointegrationsmisserfolg hin. Das Auftreten von Mobilität im Verlauf der Implantatnachsorge ist als Symptom des Endstadiums einer periimplantären Erkrankung anzusehen und bedeutet einen vollständigen Verlust der knöchernen Anlagerung [Mombelli 1994, 81f]. Immobilität eines Implantates sagt jedoch nichts über den Grad der Knochenverankerung aus. Künstliche Pfeiler bleiben so lange klinisch stabil, wie ihr basaler Anteil eine feste Verbindung zum umgebenden Knochengewebe aufweist [Behneke 2004, 328]. Somit kann auch die manuell erkennbare Implantatmobilität nicht als Parameter zur Frühdiagnostik periimplantärer Abbauvorgänge dienen [Mombelli 1994, 82].

Mit dem Ziel ein objektives und reproduzierbares Verfahren zur Überprüfung der Osseointegration eines Implantates nach seiner Einheilung sowie zur Feststellung beginnender Mobilität während der Funktionsphase zu etablieren, wurden parodontologische Dämpfungsmessungen mit Hilfe des Periotest®-Verfahrens (Fa. Gulden, Bensheim) [Schulte 1992, 184ff] und später der Resonanzfrequenzanalyse (Fa. Osstell™, Sävedalen, Schweden) [Meredith 1996, 266; Meredith 1997a, 231f; Meredith 1997b, 242; Friberg 1999a, 271f; Friberg 1999b, 303; Sennerby 2008, 53ff] in der Implantologie eingeführt. Vor allem bei verblockten Implantaten wird zur Durchführung einer validen Messung jedoch empfohlen, beziehungsweise ist es zwingend notwendig, die Suprastruktur zu entfernen [Bauman 1992, 422; Mombelli 1994, 82; Romanos 2005, 330]. Zudem bezweifeln APARICIO und Mitarbeiter die Aussagekraft einer einmaligen Stabilitätsmessung. Sie empfehlen eine mehrmalige, vergleichende Messung während des follow-up um Veränderungen des periimplantären Knochenkontaktes zuverlässig feststellen zu können [Aparicio 2006, 6].

Da im Rahmen der vorliegenden Studie nur ein einziger Nachuntersuchungstermin je Patient durchgeführt werden sollte, ein Periotest®- beziehungsweise Osstell™-Ausgangswert vom Implantationszeitpunkt nur in den wenigsten Fällen vorlag und eine Abnahme der prothetischen Versorgung nicht vorgesehen war, beschränkte sich die Erfassung der Implantatmobilität auf die ohne technische Hilfsmittel feststellbare Beweglichkeit.

6.5.1.6. Klopfeschall

Auskultatorisch lässt sich der Zustand eines Implantates mit Hilfe des Klopfeschalles beurteilen [Smith 1989, 568]. Mit einem Instrumentengriff wird hierbei parallel beziehungsweise rechtwinklig zur Implantatachse perkutiert. Osseointegrierte Implantate ergeben aufgrund der geringeren Dämpfung einen eindeutig hellen Klopfeschall. Bindegewebig eingeschiedene Implantate sind durch eine dumpfe Resonanz charakterisiert [Behneke 2004, 328].

6.5.2. Parameter zur Beschreibung ästhetischer Aspekte

6.5.2.1. Breite der keratinisierten Mukosa

Analog zum natürlichen Zahn können auch um Implantate mastikatorische Mukosa und bewegliche Alveolarkamm Schleimhaut unterschieden werden. Vor allem im ästhetisch bedeutungsvollen Bereich ist eine entsprechende Dimension der keratinisierten Mukosa Voraussetzung für ein harmonisches Gesamtbild [Behneke 2004, 325]. Die Feststellung der Breite keratinisierter Schleimhautanteile kann durch Anfärben mit Schillerscher Jodlösung oder durch Darstellung mittels Rolltest beziehungsweise Abziehen der beweglichen Weichteile erfolgen. Der Einfluss der Breite unbeweglicher Mukosa um Implantate auf Mundhygienefähigkeit und Entzündungsrisiko war Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Abgesehen von unwesentlich erhöhten Sondierungswerten durch geringeren Widerstand innerhalb der periimplantären Mukosa konnte keinerlei Korrelation zu Knochenabbau oder Entzündungsparametern festgestellt werden [Mericske-Stern 1990, 379f;

Wennström 1994, 4f; Brägger 1997, 417f]. Aus diesem Grund wird die Breite der keratinisierten Schleimhaut in dieser Studie als ästhetischer Parameter aufgeführt und auch als solcher untersucht.

6.5.2.2. Höhe der Interdentalpapille

Ein weiterer Bestandteil eines harmonischen Weichgewebeeindrucks ist eine natürlich wirkende Papillenstruktur. Aussagekräftiger als eine Bestimmung der Höhe der Interdentalpapille in Millimetern erscheint die Dokumentation nach dem von JEMT [Jemt 1997, 328] beschriebenen Index, der auch in der vorliegenden Untersuchung zur Anwendung kam (Abb. 2).

Abbildung 2 - Papillenindex nach Jemt

Beschreibung der Interdentalpapille mit dem Index nach Jemt 1997,328

- *Indexwert 0: Fehlen der Papille*
- *Indexwert 1: weniger als die Hälfte der approximalen Höhe ist von Weichgewebe ausgefüllt*
- *Indexwert 2: mindestens die Hälfte der approximalen Höhe ist von Weichgewebe ausgefüllt*
- *Indexwert 3: Die Papille füllt den gesamten Approximalraum und ist in Harmonie zu den Nachbarzähnen*
- *Indexwert 4: Die Papille ist hyperplastisch, unregelmäßige Weichgewebekontur*

6.5.3. Radiologische Parameter

Die Beschreibung des Verlaufes des periimplantären Knochenniveaus anhand von Röntgenbildern ist als wesentlicher Parameter zur Bewertung des Implantaterfolges anzusehen [Brägger 1994, 87; Brägger 1998, 77; Behneke 2004, 334]. Zur Darstellung können enorale Zahnfilme in Rechtwinkeltechnik oder Panoramaschichtaufnahmen herangezogen werden. Mit Orthopantomogrammen ist eine Beurteilung der gesamten Gebissituation möglich. Weitere Vorteile sind die einfache Durchführbarkeit und die, im Vergleich zu einem vollständigen Einzelfilmstatus, reduzierte Strahlenbelastung. Dies ist vor allem bei umfangreichen Restaurationen auf multiplen Implantaten von Bedeutung.

Hinsichtlich des Zustandes des Knochenniveaus um Implantate sind verschiedene Phasen, sowohl in der unbelasteten Einheitszeit, wie auch unter funktioneller Belastung von Interesse. Um eine Aussage über das gesamte Ausmaß einer mit Implantatinserterion verbundenen Änderung des marginalen Knochenverlaufes treffen zu können, wird der postoperative Situs dokumentiert und als Basiswert definiert. Weitere Röntgenkontrollen sollten zum Zeitpunkt des Einsetzens der funktionellen Belastung, sowie im Rahmen der Implantatnachsorge erfolgen [Behneke 2004, 333].

Im Verlaufsrontgenbild gewonnene metrische Messwerte können, im Vergleich mit dem Basiswert, zur Diagnose und Bewertung pathologischer wie therapeutisch bedingter Veränderungen herangezogen werden. Eine Übersicht zu Messvorschriften an unterschiedlichen Implantatsystemen findet sich bei GÓMEZ-ROMÁN [Gomez-Roman 1995, 465ff].

7. Erfolg, Überleben und Misserfolg dentaler Implantate

7.1. Einleitung

Welche Ursachen führen nach gegenwärtigem Stand der Literatur zu Komplikationen und zum Implantatverlust? Diesbezüglich wurde eine Reihe von Faktoren beschrieben [Rosenberg 1991, 135; Sanz 1991, 128; Tonetti 1994, 129ff; Isidor 1996, 148; Isidor 1997, 1; Duyck 1998, 108ff; Esposito 1998a, 544; Esposito 1998b, 740; Tonetti 1998, 57-60; Esposito 1999b, 567]. Beeinträchtigt der Heilungsverlauf, bakterielle Infektion und funktionelle Überlastung gelten als Hauptursachen für einen Misserfolg [Esposito 1999a, 475f].

Implantatverluste infolge einer gescheiterten Osseointegration vor prothetischer Versorgung werden meist erst zum Zeitpunkt der Implantatfreilegung beziehungsweise der Implantatabformung festgestellt. Die maßgebliche Rolle bei diesen frühen Misserfolgen werden dem Ausmaß des iatrogenen Traumas bei Implantation, einer Mikrobewegung aufgrund übermäßiger Belastung während der Einheilphase wie auch einigen lokalen und systemischen Einflüssen zugeschrieben [Esposito 1998b, 723-727].

Periimplantäre Komplikationen, „failing implants“ und Implantatverluste durch plaqueassoziierte bakterielle Infektion können zu jedem Zeitpunkt der Implantatbehandlung auftreten [Rosenberg 1991, 141ff; Esposito 1998a, 530f]. Diese Infektion kann durch direkte bakterielle Kontamination der Implantatoberfläche zum Zeitpunkt der Insertion [Petty 1985, 1243], übergreifend von benachbarten erkrankten Parodontien [Sussman 1993, 309; Brägger 1997, 418] oder durch Plaqueansammlung auf den zur Mundhöhle exponierten Implantatstrukturen ausgelöst werden [Mombelli 1998, 63].

Der Ausdruck „funktionelle Überlastung“ lässt, obgleich häufig verwendet, nur unpräzise Rückschlüsse auf die eigentliche Ursache eines Implantatmisserfolges zu. ESPOSITO listet in einer Übersicht der wissenschaftlichen Literatur Gründe für einen überlastungsbedingten Implantatmisserfolg auf und gibt als Hauptursache eine unzureichende Lagerqualität an [Esposito 1998b, 744f]. Nach heutigem Wissensstand noch unerforschte Faktoren hierfür können lokale oder systemische Erkrankungen sowie Pharmazeutika mit Einfluss auf den Knochenmetabolismus darstellen [Esposito 1999a, 475f].

Eine umfangreiche Differentialdiagnose zur Ursache der periimplantären Komplikation ist nur sinnvoll, sofern sie Einfluss auf Art und Umfang der folgenden Therapie hat. Wege zur Diagnose und deren Verlässlichkeit beschreiben ESPOSITO [Esposito 1998a, 533-536] und MOMBELLI [Mombelli 1998, 65-72].

7.2. Erfolgskriterien

Der primäre Zweck eines dentalen Implantates ist seine Funktion als Fundament einer prothetischen Restauration, ähnlich der Wurzel einer natürlichen Zahnkrone. Die Fähigkeit zur funktionellen Eingliederung in einen Zahnersatz ist somit zwingend Teil der Kriterien zum Implantaterfolg.

Das offensichtlichste Kriterium zum Erkennen eines Implantatmisserfolges ist die Frage, ob sich ein Implantat zum Untersuchungszeitpunkt noch innerhalb der Mundhöhle befindet oder ob es bereits entfernt ist. Diese absolut eindeutige Unterscheidung vernachlässigt jedoch die Tatsache, dass Implantate die aufgrund periimplantärer Erkrankung oder Schmerzen eigentlich entfernt werden müssten, fälschlicherweise als Erfolg gewertet werden. Zur Unterscheidung eines lediglich in situ überlebenden von einem erfolgreichen Implantat wurden Untersuchungsparameter aus der Parodontologie herangezogen. Unter anderem zählen hierzu spontane oder reizgebundene Schmerzempfindung, Mobilität, radiologisch nachweisbarer marginaler Knochenabbau, Sondierungstiefen und weitere Entzündungsindikatoren der periimplantären Weichgewebe [Misch 2008b, 6f]. Zahlreiche Autoren lieferten daraufhin ihre Vorschläge für Erfolgskriterien dentaler Implantate [Smith 1989, 571; Buser 1990b, 35; Jahn 1992, 222ff; Snauwaert 2000, 15], ohne sich auf einen allgemeingültigen Konsens festlegen zu können. Mit am weitesten verbreitet ist die Differenzierung nach ALBREKTSSON und Mitarbeitern [Albrektsson 1986, 12ff] (Abb. 3).

Abbildung 3 - Albrektssons Kriterien

Kriterien zum Implantaterfolg nach Albrektsson 1986, 12ff

- *Implantat in situ*
- *Lockerungsgrad 0*
- *Keine periimplantäre Radiotransluzenz*
- *Vertikaler Knochenabbau < 0,2 mm/Jahr nach dem 1. Jahr der Liegedauer*
- *Keine Zeichen einer Infektion*
- *Keine Verletzung von Nerven*
- *Keine Schmerzen*

Mit der Idee einer graduierten Einteilung hinsichtlich der Implantatgesundheit veröffentlichte der International Congress of Oral Implantologists (ICOI) ein Konsensuspapier, in dem neben Erfolg („success“) und Misserfolg („failure“), die Abstufungen befriedigendes („satisfactory“) und beeinträchtigt („compromised“) Überleben vorgeschlagen werden [Misch 2008b, 8] (Tab.3).

Tabelle 3 - ICOI-Kriterien

Einteilung zur Gesundheit von Zahnimplantaten nach Misch 2008b, 8 (ICOI* Pisa Consensus Conference 2008)	
<i>Grad der Implantatgesundheit</i>	<i>Klinische Befunde</i>
<i>I. Erfolg (optimale Gesundheit)</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) keine Schmerzen oder Missempfinden unter Funktion b) Mobilität Grad 0 c) < 2 mm radiologischer Knochenverlust seit Implantation d) Vorgeschichte ohne Suppuration
<i>II. Befriedigende Überlebenssituation</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) keine Schmerzen unter Funktion b) Mobilität Grad 0 c) 2 – 4 mm radiologischer Knochenverlust d) Vorgeschichte ohne Suppuration
<i>III. Eingeschränkte Überlebenssituation</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) mögliche Sensibilität unter Funktion b) Mobilität Grad 0 c) radiologischer Knochenverlust > 4 mm (weniger als ½ Implantatlänge) d) Sondierungstiefe > 7 mm e) Vorgeschichte mit Suppuration möglich
<i>IV. Misserfolg (klinisch oder absolut)</i>	<p>Einer der folgenden Befunde:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Schmerzen unter Funktion b) Mobilität c) radiologischer Knochenverlust > ½ Implantatlänge d) dauerhafte Suppuration e) nicht mehr im Mundraum vorhanden

*ICOI: International Congress of Oral Implantologists

Die obengenannten Erfolgskriterien basieren auf objektivierbaren Befunden und können vom Kliniker mit geringem Aufwand in die Implantatnachsorge integriert werden. Unberücksichtigt bleibt hierbei die Zufriedenheit des Patienten. Es stellt sich die Frage, ob zur absoluten Bewertung der Ergebnisqualität nicht auch der subjektive Eindruck des Implantatpatienten hinsichtlich Ästhetik und Funktionalität im Alltag ein Bestandteil von Erfolgskriterien sein muss.

8. Material und Methode

8.1. Zusammensetzung des Patientenkollektives

Zur Auswahl eines Patientengutes wurden diejenigen Fälle berücksichtigt, bei denen im Zeitraum zwischen 01. Januar 1993 und 30. September 2006 eine dentale Implantation mit vorbereitender Knochenaugmentation durchgeführt wurde. Die erfassten Augmentationsarten blieben beschränkt auf die Transplantation autogenen Knochenmaterials und die Distraktionsosteogenese.

8.1.1. Patientenselektion – Ein- und Ausschlusskriterien

Als Einschlusskriterien galten

- partielle oder vollständige Zahnlosigkeit im Ober- und/oder Unterkiefer
- physiologische maxillomandibuläre Relation
- notwendige Augmentation bei vertikal inadäquatem Knochenangebot zur Insertion eines Implantates von wenigstens 10 mm Länge.

Als Ausschlusskriterien wurden gewertet

- vorangehende schwere Parodontalerkrankung
- schwere Herzerkrankung
- metabolische Dysregulation
- Blutgerinnungsstörung
- leukozytäre Störung
- vorangegangene Radiotherapie in der Kopf-Hals-Region
- Parafunktionen
- Nikotinabusus > 10 Zigaretten / Tag
- Alkohol- oder Drogenmissbrauch.

Des Weiteren blieben Implantationsgebiete, in denen mehrmalige oder mehr als eine Knochenaugmentation erfolgt waren (z.B. Sinuslift + Auflagerungsosteoplastik) in der Datenerfassung unberücksichtigt.

8.1.2. Patientenkollektiv und Studiengruppen

Die manuelle Suche in Operationsprotokollen und Patientenakten aus dem Zeitraum Januar 1993 bis September 2006 erbrachte entsprechend der festgelegten Anforderungen ein Patientenkollektiv von 99 Patienten. Die Kontaktaufnahme und Einladung zur Teilnahme an der vorliegenden Studie erfolgte über den Postweg [Anlage 2]. Bei ausbleibender Reaktion wurde 14 Tage nach Briefzustellung zusätzlich eine telefonische Anfrage durchgeführt. Zehn der 99 kontaktierten Patienten waren unbekannt oder aus dem Einzugsgebiet der Klinik verzogen. Ein Patient war zum Zeitpunkt der Kontaktaufnahme nicht mehr am Leben.

Zur Nachuntersuchung im Zeitraum zwischen Oktober 2006 und März 2007 stand schließlich eine Anzahl von 39 Patienten zur Verfügung. Diese waren, entsprechend der vorgegebenen Kriterien, mit einer Gesamtzahl von 151 Implantaten in

augmentierten Kieferarealen versorgt worden. Die Gruppe setzte sich aus 24 Frauen und 15 Männern mit einem Durchschnittsalter von $57,1 \pm 12,6$ Jahren (29 bis 77 Jahre) zusammen.

In der Bruttogruppe (99 Patienten) hatte das Durchschnittsalter bei $56,4 \pm 11,8$ Jahren gelegen. Das Geschlechterverhältnis war 1,3:1 zugunsten der weiblichen Patienten. Hinsichtlich Alters- und Geschlechterverteilung war das Nettokollektiv somit repräsentativ. Da im Falle einer Nichtteilnahme an der Untersuchung keine Begründung der Absage dokumentiert wurde, kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob tendenziell eher zufriedene oder unzufriedene Patienten zur Nachuntersuchung erschienen.

Ein direkter Vergleich von Augmentationsverfahren mit komplett unterschiedlicher Indikationsstellung, Heilungsmechanismus und Behandlungsumfang erschien auf wissenschaftlicher Grundlage nicht durchführbar. Um eine vergleichende retrospektive Auswertung zu ermöglichen wurde das Patientenkontingent in zwei Studiengruppen unterteilt. Studiengruppe I beinhaltete alle Implantationen im Oberkieferseitenzahnbereich nach Sinuslift. Die Gruppengröße betrug 22 Patienten (13 Frauen, 9 Männer) im Alter zwischen 29 und 77 Jahren ($57,6 \pm 12,7$ Jahre). Diese Gruppe umfasste insgesamt 34 Sinusbodenaugmentationen und 81 inserierte Implantate. Als Augmentationsmaterial diente ausschließlich autogener Knochen vom Beckenkamm (16 Patienten) oder aus intraoralen Donorregionen (6 Patienten: 2x Symphyse, 4x Ramus mandibulae).

Zudem wurden 19 Patienten (12 Frauen, 7 Männer) im Alter von durchschnittlich $55,5 \pm 13,3$ Jahren (29 bis 73 Jahre) mit insgesamt 70 Implantaten zu Studiengruppe II zusammengefasst. Hierbei wurden alle Augmentationen und Implantationen im anterioren Oberkiefer sowie im anterioren und posterioren Unterkiefer berücksichtigt. Bei 13 dieser Patienten (7x Oberkiefer, 10x Unterkiefer) wurde eine Alveolarkammaugmentation mittels Auflagerung von autogenem Knochen aus dem Beckenkamm (10 Patienten) oder der Kieferwinkelregion (3 Patienten) durchgeführt. Bei sechs weiteren Patienten (1x Oberkiefer, 5x Unterkiefer) erfolgte eine vertikale Distraktionsosteogenese des Alveolarkammes [Tab. 4].

Zwei Patienten, bei denen gemäß den Einschlusskriterien zwar verschiedene Augmentationsverfahren, diese jedoch nicht in derselben Region angewandt worden waren, waren Teil beider Untersuchungsgruppen. Somit erklärt sich die in der Summe beider Studiengruppen höhere Fallzahl verglichen mit dem Gesamtkollektiv.

Die jeweilige Indikation zur vertikalen Augmentation des knöchernen Alveolarkammes vor dentaler Implantation ist in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 4 - Patientenkollektiv

Patientenkollektiv und Einteilung in Studiengruppen					
	<i>n Patienten gesamt</i>	<i>weiblich</i>	<i>männlich</i>	<i>n Implantate gesamt</i>	<i>Alter in Jahren</i>
Gesamtkollektiv	39	24	15	151	57,1 ± 12,6
Studiengruppe I	22	13	9	81	57,6 ± 12,7
<i>Sinuslift BK*</i>	16	9	7	64	60,8 ± 11,6
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	4	2	17	49,2 ± 12,0
Studiengruppe II	19	12	7	70	55,5 ± 13,3
<i>Onlay-Graft***</i>	13	8	5	47	52,2 ± 14,8
<i>Distraction</i>	6	4	2	23	62,8 ± 3,5

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 5 - Indikation zur Augmentation

Indikation zur Alveolarkammaugmentation						
	<i>n Patienten</i>	<i>Atrophie</i>	<i>Tumor</i>	<i>Trauma</i>	<i>Dysgnathie</i>	<i>andere</i>
Gesamtkollektiv	39	30	4	2	2	1
Studiengruppe I	22	19	0	0	2	1
<i>Sinuslift BK*</i>	16	14	0	0	2	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	5	0	0	0	1
Studiengruppe II	19	11	4	2	1	1
<i>Onlay-Graft***</i>	13	7	2	2	1	1
<i>Distraction</i>	6	4	2	0	0	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

8.2. Chirurgisches Vorgehen bei Augmentation

Vor Beginn der Operation wurden sowohl Mundhöhle wie auch die Gesichtshaut mit 0,1%iger Chlorhexidinlösung (Chlorhexamed® Fluid 0,1%, GlaxoSmithKline, Bühl) desinfiziert. Zur lokalen Schmerzausschaltung und Hämostase im Operationsgebiet wurde ein Lokalanästhetikum mit Vasokonstriktor (Xylocain 2%, 1:50.000, Astrazeneca, Wedel) injiziert. Standardmäßig erhielten alle Patienten eine peri- und postoperative Antibiotikaprophylaxe (Clindamycin, Sobelin® 300 mg 1-1-1 für 7 Tage, Pharmacia, Karlsruhe) beginnend eine Stunde vor dem Eingriff.

8.2.1. Intraorale Transplantatgewinnung

Die Eingriffe zur Knochenentnahme in der Symphysenregion oder vom Ramus mandibulae wurden, genau wie die anschließende Augmentation, prinzipiell ambulant und in Lokalanästhesie durchgeführt.

Wurde die mandibuläre Symphyse als Donorregion gewählt, erfolgte zunächst eine beidseitige Leitungsanästhesie am Foramen mentale. Anschließend folgte eine sulkuläre Schnittführung von Zahn 33-43 mit vertikalen Entlastungen am distalen Line angle der Unterkieferzähne bis tief in die bewegliche Mukosa des Vestibulums. Nach Elevation eines Mukoperiostlappens wurden, entsprechend dem Bedarf an Knochenmaterial, mit einer runden Trepanfräse zwei bis fünf zylindrische Knochenblöcke entnommen. Hierbei wurde streng auf die Vermeidung von Interferenzen mit Front- oder Eckzahnwurzeln geachtet. Die Dimension der gewonnenen Transplantate war 9 mm im Durchmesser und etwa 9 mm in der Tiefe.

Diente der Ramus mandibulae als Entnahmestelle, wurde eine Leitungsanästhesie an das Foramen mandibulare und eine Infiltrationsanästhesie an den Vorderrand des aufsteigenden Unterkieferastes gesetzt. Nach Schnittführung entsprechend einer Ostektomie eines Unterkieferweiszahnes wurde die äußere kortikale Platte des Ramus dargestellt. Mit Hilfe einer Lindemann-Fräse wurden zwei parallele Osteotomielinien mit etwa 2 mm Tiefe, 10 mm Länge und 15 bis 20 mm Abstand in dorsokaudaler Richtung schräg auf den Kieferwinkel zu gelegt. Durch eine dritte Osteotomie in sagittaler Richtung wurden die medialen Enden der beiden vorangegangenen Schnitte miteinander verbunden. Anschließend konnte die kortikale Platte mit Hilfe eines Knochenmeißels nach außen frakturiert und der Knochenblock in toto entnommen werden. Die gewonnenen monokortikalen Transplantate hatten in etwa eine Länge von 15 mm, eine Breite von 10 mm und eine Dicke von 4 mm.

Abschließend erfolgten die Wiederanlagerung des Mukoperiostlappens und ein speicheldichter Nahtverschluss.

8.2.2. Extraorale Transplantatgewinnung vom Beckenkamm

Bei 24 Patienten (14x Sinuslift, 8x Auflagerung, 2x beides) aus dem nachuntersuchten Kollektiv lag eine derart ausgeprägte Atrophie oder ein anderweitig entstandener, ausgedehnter Knochendefekt vor, dass eine Knochentransplantation vom Beckenkamm indiziert war. Die Entnahmeoperation und die folgende Kieferaugmentation wurden ausschließlich in Intubationsnarkose durchgeführt. Die Patienten wurden stationär aufgenommen und verbrachten mindestens eine Nacht in der Klinik. Bedingt durch die große Donorkapazität am Beckenkamm konnten je nach Bedarf monokortikale Knochenspäne oder Knochenblöcke sowie spongiöses Material in ausreichendem Umfang gewonnen werden.

8.2.3. Behandlungsablauf bei lateraler Sinusbodenelevation

An 22 in dieser Studie erfassten Patienten (13 Frauen, 9 Männer) wurden, vorbereitend zur dentalen Implantation, insgesamt 34 Sinusbodenaugmentationen in der Technik nach BOYNE und JAMES durchgeführt [Boyne 1980, 614ff]. Bei zehn Patienten erfolgte die Augmentation unilateral. Zwölf weitere Patienten benötigten ein bilaterales Vorgehen [Tab. 6]. Acht Sinusaugmentationen waren indiziert zur implantatprothetischen Wiederherstellung einer Schatlücke von ein bis zwei

Zahnbreiten. Zur Rekonstruktion einer ein- oder beidseitigen Freundsituation mit Implantaten wurden 26 Kieferhöhlen operiert.

Tabelle 6 - Anzahl und Verteilung der Sinusbodenaugmentationen

Anzahl und Verteilung der Sinusbodenaugmentation			
	<i>n</i> augmentierte Sinus	<i>unilaterales Vorgehen</i>	<i>bilaterales Vorgehen</i>
gesamt	34	10 Patienten	12 Patienten
<i>Sinuslift BK*</i>	25	7 Patienten	9 Patienten
<i>Sinuslift i.o.**</i>	9	3 Patienten	3 Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

Die Desinfektion des Mundraumes erfolgte wie oben beschrieben. Nach vestibulärer Infiltrationsanästhesie in regio 3 bis 8 und Leitungsanästhesie am Foramen palatinum majus wurde eine krestale Inzision geringfügig vestibulär der Kieferkammmitte über die gesamte Länge des zahnlosen Areals geführt. Am distalen Line angle des die Operationsregion nach mesial begrenzenden Zahnes wurde eine vertikale Entlastungsinzision ins Vestibulum gelegt. Posterior wurde diese Entlastung knapp vor dem Tuber platziert. Durch Hebung eines Mukoperiostlappens konnte die faciale Kieferhöhlenwand dargestellt werden. Mittels eines diamantierten Schleifinstrumentes wurde unter ständiger Kühlung mit physiologischer Kochsalzlösung ein rechteckiges Knochenfenster mit abgerundeten Ecken präpariert. Unter Verwendung spezieller Instrumente (Frios SinusSet, Friadent, Mannheim) gelangen die vorsichtige Mobilisation des Knochenfensters und das Ablösen der Schneiderschen Membran von ihrer knöchernen Unterlage. Nach Präparation und Anhebung der Kieferhöhlenschleimhaut bis zur lateralen Nasenwand wurde das mobile Knochenfenster nach kranial in den Sinus geklappt und somit horizontal positioniert. Nach dieser Vorbereitung konnte das aus intra- oder extraoralen Donorregionen gewonnene autogene Knochenmaterial in den entstandenen Hohlraum eingebracht werden. Abhängig von der vorhandenen Restknochenhöhe und der sich intraoperativ darstellenden Knochenqualität konnte in acht Fällen ein simultanes Vorgehen von Sinusaugmentation und Implantation bei ausreichender Primärstabilität durchgeführt werden [Tab. 7]. Nach Abdeckung des Knochenfensters mit einer resorbierbaren Membran (BioGide®, Geistlich, Baden-Baden) erfolgte die Readaption des Mukoperiostlappens und ein speicheldichter Nahtverschluss (Abb.4).

Abbildung 4 - Behandlungsablauf Sinusbodenelevation



Abb. 4.1. Ausgangssituation

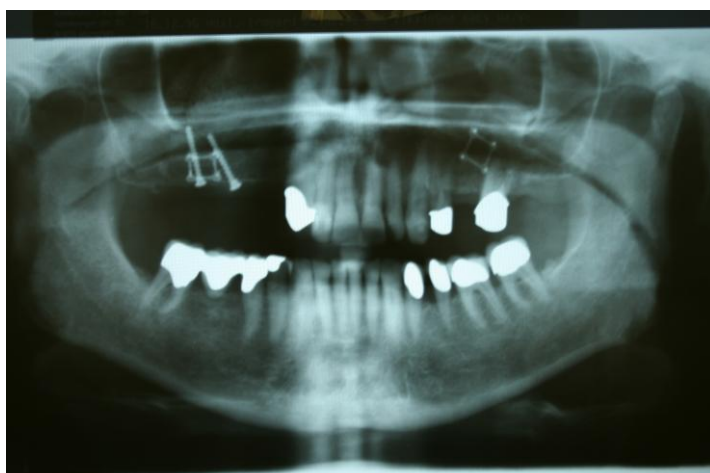


Abb. 4.2. Situation nach beidseitiger Sinusbodenelevation

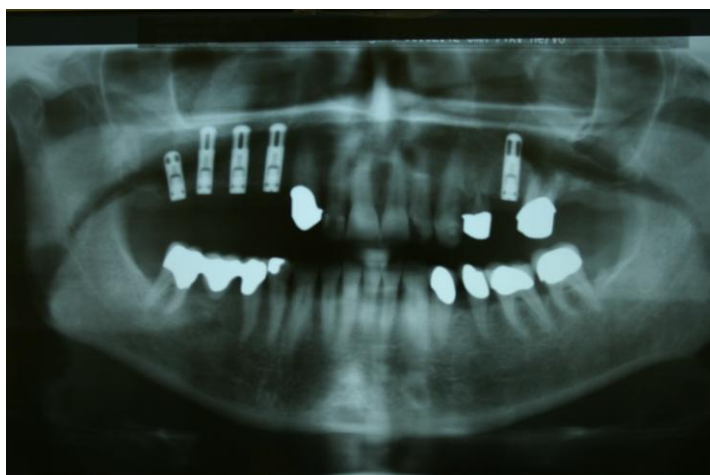


Abb. 4.3. Situation nach Implantation

Es wurde eine Anzahl zwischen einem und vier Implantaten ($2,4 \pm 1,0$) in den augmentierten Sinusboden inseriert [Tab. 8].

Wurde ein zweizeitiges Vorgehen mit verzögerter Implantatinsertion gewählt, betrug die Heilungszeit bis zum Zweiteingriff zwischen zwölf und 31 Wochen ($21,7 \pm 4,5$ Wochen) [Tab. 9].

Tabelle 7 - Operatives Vorgehen bei Sinusbodenaugmentation

Operatives Vorgehen bei Sinusbodenaugmentation und Implantation			
	<i>n Sinusaugmentationen</i>	<i>simultanes Vorgehen</i>	<i>zweizeitiges Vorgehen</i>
gesamt	22	8	14
<i>Sinuslift BK*</i>	16	3	13
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	5	1

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

Tabelle 8 - Anzahl der Implantate pro Sinus

Anzahl der inserierten Implantate pro Sinus				
	<i>n Implantate</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>
gesamt (n=81)	81	1	4	$2,4 \pm 1,0$
<i>Sinuslift BK*</i>	64	1	4	$2,5 \pm 1,0$
<i>Sinuslift i.o.**</i>	17	1	3	$2 \pm 0,8$

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

8.2.4. Behandlungsablauf bei Auflagerungsosteoplastik

An 13 Patienten wurden insgesamt 17 Kieferareale (7x Oberkiefer, 10x Unterkiefer) mit vertikalem Knochendefizit durch eine Auflagerungsosteoplastik augmentiert. In drei Fällen wurde in Lokalanästhesie eine Knochentransplantation vom Kieferwinkel vorgenommen. Bei den verbleibenden zehn Patienten war eine extraorale Transplantathebung vom Beckenkamm in Intubationsnarkose notwendig.

Die Desinfektion des Mund- und Gesichtsbereiches erfolgte hierbei analog zur Vorgehensweise beim Sinuslift. Nach Lokalanästhesie wurde zur Darstellung des knöchernen Empfängerareales, ausgehend von einer vestibulären Schnittführung über die gesamte Defektlänge, ein lingual gestielter Mukoperiostlappen präpariert. Die autogenen Knochenblöcke wurden der Form des Defektes angepasst und das hierbei gewonnene partikuläre Material zusätzlich um das Blocktransplantat platziert. Die Lagesicherung erfolgte durch Osteosyntheseschrauben und Membranabdeckung des Augmentates. Eine Stabilisierung des Augmentates durch gleichzeitige Implantatinsertion wurde in keinem der vorliegenden Fälle vorgenommen. Nach speicheldichtem Nahtverschluss wurden die Patienten angewiesen während des Zeitraumes bis zur Nahtentfernung (10 bis 14 Tage) keinen herausnehmbaren Zahnersatz zu tragen. Nach dieser Phase der Weichgewebsheilung wurden die

vorhandenen Prothesen neu angepasst. Trotzdem wurden die Patienten instruiert ihren schleimhautgetragenen, herausnehmbaren Zahnersatz während der gesamten Heilungsphase nur bei Bedarf oder aus ästhetischen Gründen zu tragen, um eine inadäquate Belastung der augmentierten Region zu vermeiden (Abb. 5).

Die Einheilzeit der Knochentransplantate vor Implantation betrug zwischen zwölf und 33 Wochen bei einem Mittelwert von $24,6 \pm 5,6$ Wochen [Tab. 9].

Abbildung 5 - Behandlungsablauf bei Auflagerungsteoplastik



Abb. 5.1. Ausgangssituation



Abb. 5.2. Situation nach Auflagerungsteoplastik

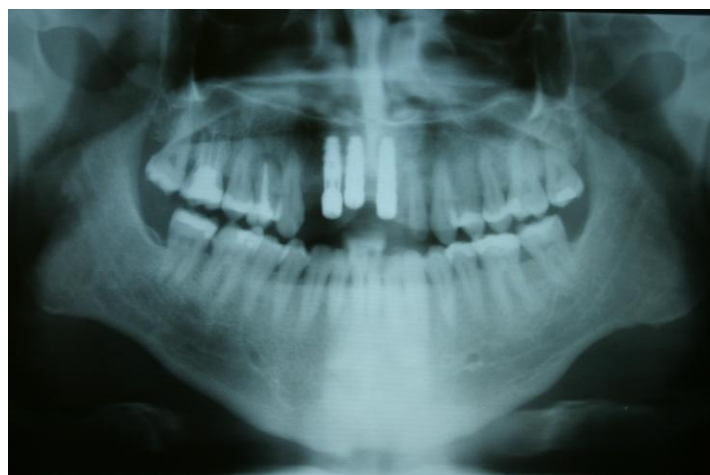


Abb. 5.3. Situation nach Implantation

8.2.5. Behandlungsablauf bei Distraktionsosteogenese

Eine vertikale Distraktionsosteogenese des Alveolarkammes wurde an insgesamt sechs Patienten, die den Einschlusskriterien der vorliegenden Studie entsprachen, durchgeführt. Hierbei wurden fünf Alveolarkammdefekte im Unterkiefer und ein Areal im Oberkiefer behandelt. Osteotomie und Distraktorimplantation (TRACK, Gebrüder Martin, Tuttlingen) wurden durchweg unter sterilen Kautelen in Intubationsnarkose vorgenommen. Entsprechend dem Protokoll nach ILIZAROV [Ilizarov 1989a, 254ff; Ilizarov 1989b, 269ff] folgte auf eine siebentägige Latenzperiode die aktive Distraktionsphase. Durch Drehen an der entsprechenden Schraube wurden die Knochenfragmente zweimal täglich um jeweils 0,5 mm voneinander entfernt. Je nach manueller Geschicklichkeit wurde dies vom Patienten zu Hause oder vom Behandler in der Klinik durchgeführt. Um ein stabiles Behandlungsergebnis zu erzielen, erfolgte eine Distraktion der Fragmente um 2 bis 3 mm über das angestrebte Behandlungsziel hinaus. Systembedingt war keine simultane Implantation möglich (Abb. 6.).

Die Einheilzeit bis zur Implantation, die im selben Eingriff wie die Distraktorentfernung erfolgte, betrug zwischen zwölf und 42 Wochen bei einem Mittelwert von $23,7 \pm 7,9$ Wochen [Tab. 9].

Tabelle 9 - Heilungsphase nach Augmentation

Einheilzeit der Knochenaugmentate vor Implantation in Wochen				
	<i>n Patienten</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>
Gesamtkollektiv	39	12 (0)†	42	$23,3 \pm 10,4$ ($18,6 \pm 10,1$)
Studiengruppe I	22	12 (0)	31	$21,7 \pm 4,5$ ($13,4 \pm 10,2$)
<i>Sinuslift BK*</i>	16	12 (0)	31	$21,8 \pm 2,3$ ($17,4 \pm 7,4$)
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	21 (0)	21	21 ($3,5 \pm 14,9$)
Studiengruppe II	19	12	42	$24,3 \pm 6,8$
<i>Onlay-Graft***</i>	13	12	33	$24,6 \pm 5,6$
<i>Distraktion</i>	6	12	42	$23,7 \pm 7,9$

† In Klammern jeweils die Werte inklusive der simultan versorgten Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Abbildung 6 - Behandlungsablauf bei Distraktionsosteogenese

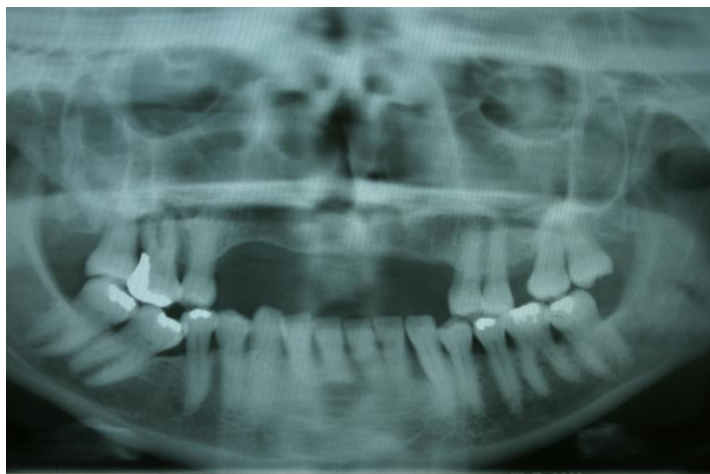


Abb. 6.1. Ausgangssituation



Abb. 6.2. Situation nach Abschluss der Distraktionsphase

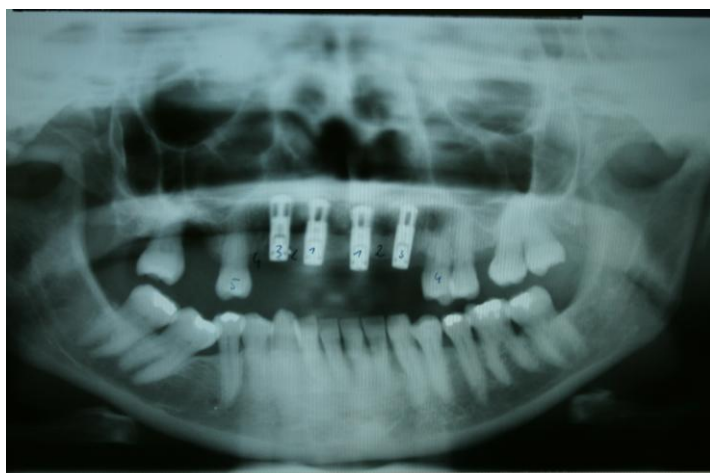


Abb. 6.3. Situation nach Implantation

8.3. Implantatprotokoll

8.3.1. Implantatposition

In der vorliegenden Studie wurden die Patienten mit insgesamt 151 Implantaten der Systeme IMZ und Frialit 2 (beide Friadent, Mannheim) versorgt. Hierbei wurden 81 Implantate in augmentierte Sinus eingebracht sowie 47 Implantate nach Auflagerungsosteoplastik und 23 Implantate nach vertikaler Distraktionsosteogenese inseriert. Die regionale Verteilung der Implantatpositionen ist in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10 - Implantatposition

Implantatpositionen							
regio	Gesamt-kollektiv	Studien-gruppe I	Sinuslift BK*	Sinuslift i.o.**	Studien-gruppe II	Onlay-Graft***	Distraktion
<i>n alle</i>	151	81	64	17	70	47	23
OK-Front	20	-	-	-	20	14	6
OK-Seite	83	81	64	17	2	2	0
UK-Front	20	-	-	-	20	14	6
UK-Seite	28	-	-	-	28	17	11
11	5	-	-	-	5	4	1
12	3	-	-	-	3	2	1
13	3	-	-	-	3	2	1
14	9	8	7	1	1	1	0
15	12	12	9	3	0	0	0
16	13	13	10	3	0	0	0
17	7	7	6	1	0	0	0
21	4	-	-	-	4	3	1
22	3	-	-	-	3	2	1
23	2	-	-	-	2	1	1
24	10	10	7	3	0	0	0
25	13	12	9	3	1	1	0
26	13	13	10	3	0	0	0
27	6	6	6	0	0	0	0
31	3	-	-	-	3	2	1
32	3	-	-	-	3	3	0
33	4	-	-	-	4	3	1
34	5	-	-	-	5	3	2
35	3	-	-	-	3	3	0
36	3	-	-	-	3	2	1
37	1	-	-	-	1	1	0
41	3	-	-	-	3	1	2
42	3	-	-	-	3	3	0
43	4	-	-	-	4	2	2
44	3	-	-	-	3	1	2
45	6	-	-	-	6	4	2
46	4	-	-	-	4	1	3
47	3	-	-	-	3	2	1

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

8.3.2. Implantatlänge und -durchmesser

Die inserierten Implantate variierten je nach postaugmentativem Knochenangebot in ihrer Länge zwischen zehn und 15 mm. In über 70% der Fälle (106 von 151) konnten 15 mm lange Implantate inseriert werden. Die verwendeten Implantatdurchmesser, unter anderem abhängig von der orovestibulären Kieferkambbreite, betrugen zwischen 3,3 und 6,5 mm. Bevorzugt kamen Implantate mit einem Durchmesser von 4,0 mm zur Anwendung (83 von 151) [Tab. 11].

Tabelle 11 - Implantatlänge und Durchmesser

Länge und Durchmesser der untersuchten Implantate in Millimeter										
$L\ddagger / D\ddagger$ in mm	<i>n</i>	L10	L11	L13	L15	D3,3	D3,8	D4,0	D4,5	D6,5
	<i>Implantate</i>									
Gesamtkollektiv	151	13	1	31	106	26	14	83	27	1
Studiengruppe I	81	3	1	14	63	3	12	45	20	1
<i>Sinuslift BK*</i>	64	2	1	6	55	3	7	39	15	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	17	1	0	8	8	0	5	6	5	2
Studiengruppe II	70	10	0	17	43	23	2	38	7	0
<i>Onlay-Graft***</i>	47	10	0	9	28	20	2	18	7	0
<i>Distraction</i>	23	0	0	8	15	3	0	20	0	0

†L = Implantatlänge in mm

‡D = Implantatdurchmesser in mm

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

8.3.3. Einheilphase der Implantate

Die Heilungsdauer bis zur Freilegungsoperation bei geschlossenem, beziehungsweise bis zur Implantatabformung bei offenem Einheilmodus, betrug im Gesamtkollektiv durchschnittlich $20,9 \pm 5,7$ Wochen. Hinsichtlich der Dauer dieser belastungsfreien Osseointegrationsperiode bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Augmentationstechniken [Tab. 12].

Zwei Implantate aus Studiengruppe I (1x Sinuslift BK, 1x Sinuslift i.o.) gingen primär biologisch verloren. Während der Einheilzeit hatte keine erfolgreiche knöcherne Integration stattgefunden, sodass eine Explantation vorgenommen werden musste. Die Osseointegrationsrate betrug somit 98,7% für das Gesamtkollektiv, 97,5% für Studiengruppe I und 100% für Studiengruppe II. Erfolgte sekundär in derselben Region eine erneute Implantation, wurden diese Implantate ebenfalls zur Auswertung in die Studie einbezogen.

Tabelle 12 - Heilungsphase nach Implantation

Einheilzeit der Implantate in Wochen				
	<i>n Implantate</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>
Gesamtkollektiv	151	9	32	20,9 ± 5,7
Studiengruppe I	81	12	28	21,1 ± 4,7
<i>Sinuslift BK*</i>	64	12	28	21,1 ± 4,6
<i>Sinuslift i.o.**</i>	17	12	27	21,0 ± 5,4
Studiengruppe II	70	9	32	20,6 ± 6,7
<i>Onlay-Graft***</i>	47	12	32	20,3 ± 7,1
<i>Distraction</i>	23	9	29	21,3 ± 6,0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

8.3.4. Prothetische Versorgung

Die prothetische Rekonstruktion der 39 untersuchten Patienten beinhaltete 30 Ober- und 14 Unterkieferversorgungen. 20 Patienten erhielten eine festsitzende Brückenversorgung. Eine festsitzende Versorgung mit Einzelkronen wurde acht Patienten eingegliedert. Eine stegretinierte Versorgung nach Dolder (Cendres et Métaux, Biel, Schweiz) wurde für zehn Patienten angefertigt. Die Suprastruktur wurde hierbei ohne freitragende distale Stegausleger gestaltet. Herausnehmbaren Zahnersatz in Form einer doppelkronengestützten Prothese erhielt ein Patient.

Die Prothetik war in den meisten Fällen rein implantatgestützt. Bei vier Restaurationen nach Auflagerungsosteoplastik und einer Versorgung nach Sinuslift wurden benachbarte eigene Zähne in eine starre Verbundkonstruktion einbezogen. Als Gegenbeziehung der untersuchten Restaurationen fanden sich eigene Zähne, Implantate und totale Prothesen.

8.4. Nachuntersuchung

Insgesamt 39 Patienten wurden im Zeitraum zwischen Oktober 2006 und März 2007 zur Implantatnachsorgeuntersuchung in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie vorstellig. Durch ihr Erscheinen gaben die im Vorfeld informierten Patienten ihre Zustimmung zur Teilnahme an der klinischen Studie und der retrospektiven Auswertung. Der etwa einstündige Termin beinhaltete eine klinische Untersuchung, sowie das Bearbeiten eines standardisierten Fragebogens [Anhang 1]. Sofern das letzte vorhandene Röntgenbild der Implantatregion älter als zwölf Monate war, wurde ein neues Orthopantomogramm angefertigt.

8.4.1. Klinische Untersuchung

Nachuntersucht wurden insgesamt 132 Implantate. Hierunter fanden sich vier nach Implantatverlust sekundär inserierte Pfeiler. Die klinisch erfassten Parameter und Indizes zur Untersuchung der periimplantären Gewebe waren:

- Taschensondierungstiefe in Millimetern [Mombelli 1998, 67],
- bestehende Suppuration mit Ja/Nein-Bewertung [Mombelli 1994, 82],
- modifizierter Plaqueindex (mPII) [Mombelli 1994, 84],
- modifizierter Sulkusblutungsindex (mBI) [Mombelli 1994, 84],
- manuell feststellbare Implantatmobilität (IM) mit Ja/Nein-Bewertung [Mombelli 1994, 81f]
- sowie ein Klopfeschall-Test [Albrektsson 1986, 12ff; Smith 1989, 568].

Bei der Untersuchung zur Plaquebesiedelung wurden mesiale, faziale, distale und orale Oberflächen der Implantataufbauten inspiziert. Zur Bestimmung der Sulkusblutungsneigung wurde der Sulkus mit einer etwa 1 mm tief unter den Marginalsaum eingeführten Sonde über die faziale und orale Fläche ausgestrichen. Eine eventuell provozierte Blutung wurde nach 30 Sekunden graduell bewertet. Alle Messungen wurden mit einer Parodontalsonde Modell PCP11 (Aesculap AG, Tuttlingen) durchgeführt.

Zudem wurden verschiedene Parameter zur Beschreibung ästhetischer Aspekte erfasst. Diese waren:

- Durchschimmern oder Exposition von Implantatanteilen als Ja/Nein-Bewertung,
- Breite der keratinisierten Gingiva vestibulär um den Implantathals in Millimetern,
- eine subjektive Bewertung von Farbe und Textur des periimplantären Weichgewebes hinsichtlich eines harmonischen Gesamteindruckes durch den Untersucher
- sowie die Einordnung der Papillenstrukturen in den Index nach JEMT [Jemt 1997, 328].

Daneben wurden Lockerungen, Frakturen und Randspaltbildungen an der prothetischen Suprastruktur dokumentiert.

8.4.2. Radiologische Untersuchung

Die röntgenologische Untersuchung der Augmentations- und Implantationsregionen erfolgte mit Hilfe von Orthopantomogrammaufnahmen der Kiefer (Orthoralix; Digora[®], Soredex, Helsinki, Finnland) [Zechner 2004, 218]. Die Entwicklung erfolgte automatisch mittels eines Kodak RP X-Omat M5-Entwicklers (Eastman-Kodak, Rochester, NY, USA). Intensität und Dauer der Belichtung wurden für jeden Patienten individuell angepasst und dokumentiert. Hierdurch konnte über den gesamten Behandlungszeitraum eine gleichbleibende Bildqualität erreicht werden.

Orthopantomogramme wurden standardmäßig vor Augmentationschirurgie (T0) und direkt postoperativ (T1), direkt vor und nach Implantatinsertion (T2), vier Monate später unmittelbar nach Eingliederung der definitiven prothetischen Versorgung (T3) sowie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (T4) angefertigt. Die zum Zeitpunkt T4 (Oktober 2006 bis März 2007) angefertigten Aufnahmen dienten im Vergleich mit den vorangegangenen Röntgenbildern (T2) zur Verlaufsbeurteilung des periimplantären Knocheniveaus (Abb. 7).

Die Bestimmung des marginalen Knochenabbaus erfolgte durch Messung der Distanz zwischen einem Referenzpunkt am Implantat und dem am weitesten apikal gelegenen Punkt der periimplantären Knochenhöhe (DIB), entsprechend dem Verfahren nach BUSER [Buser 1990b, 35]. Zur Berücksichtigung des im Orthopantomogramm auftretenden Vergrößerungsfaktors wurde der Abstand zwischen Schulter und Spitze des Implantates im Röntgenbild als Referenzwert mit der bekannten tatsächlichen Implantatlänge verglichen. Als Referenzebene zur Vermessung des radiologisch feststellbaren Knochenverlustes diente systemabhängig und unter Berücksichtigung der Insertionstiefe die Implantatanschulter (IMZ) oder der erste Gewindengang (Frialit 2), wie von GÓMEZ-ROMÁN beschrieben [Gomez-Roman 1995, 465f] (Abb. 8).

Abbildung 7 - Röntgenkontrolle bei Nachuntersuchung

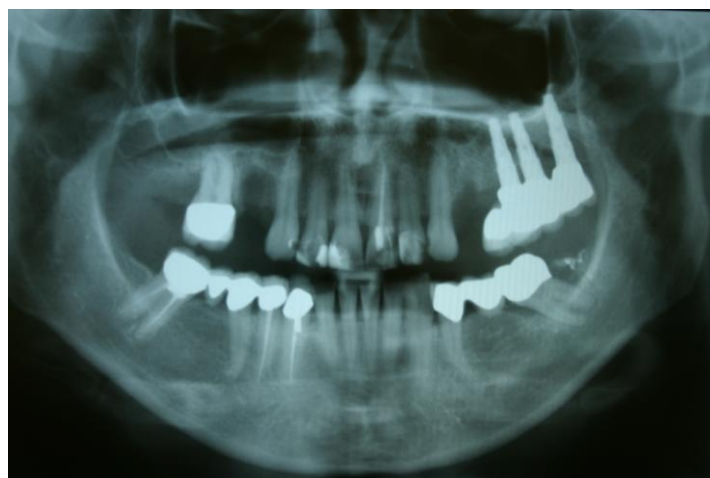


Abb. 7.1. Nachuntersuchung Sinuslift regio 26-28



Abb. 7.2. Nachuntersuchung Auflagerungsosteoplastik regio 12-22

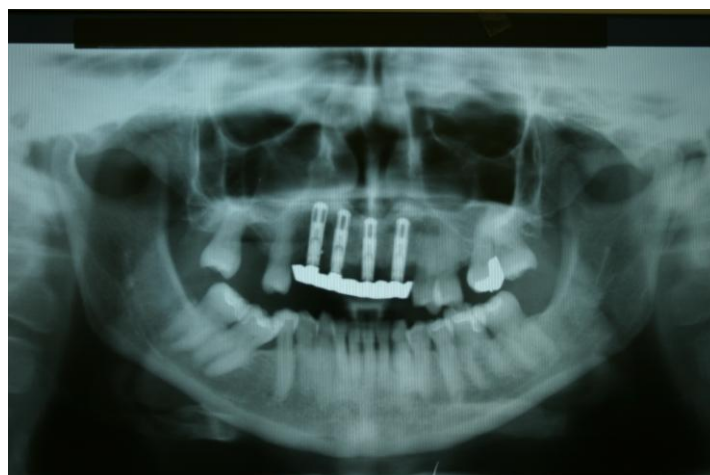


Abb. 7.3. Nachuntersuchung nach Distraction regio 13-22

Abbildung 8 - Messvorschriften zum Knochenniveau um Implantate

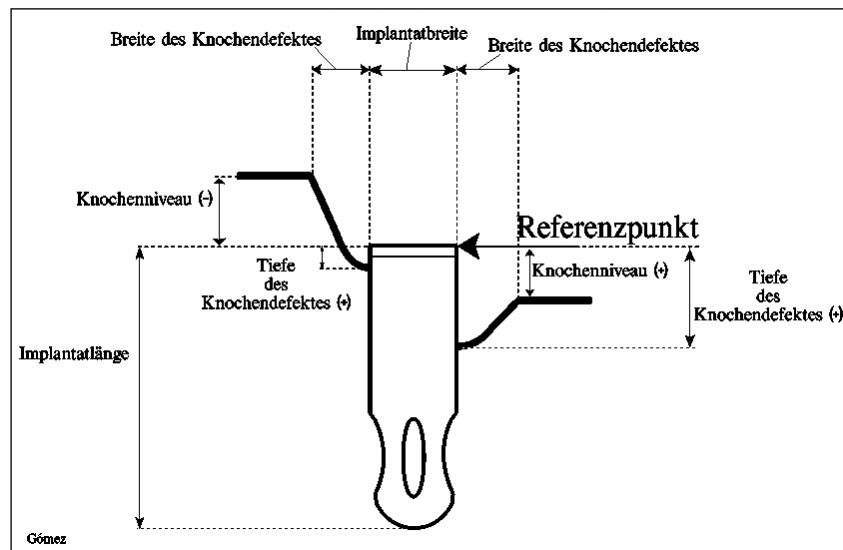


Abb. 8.1. Messvorschrift für das IMZ-Implantat nach Gomez-Roman 1995, 466

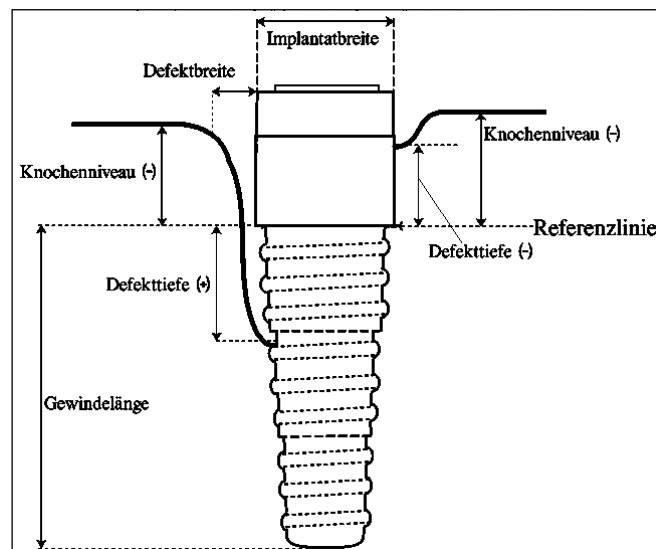


Abb. 8.2. Messvorschrift für das Frialit 2-Implantat nach Gomez-Roman 1995, 465

Das radiologisch messbare Attachmentniveau wurde jeweils mesial und distal des Implantatkörpers erfasst. Die Messergebnisse wurden mit dem für jedes Implantat einzeln festgelegten Vergrößerungsfaktor multipliziert und somit der tatsächliche Knochenverlust errechnet [Zechner 2004, 218] (Abb. 9).

Abbildung 9 - Berechnung des periimplantären Knochenverlustes

Berechnung des periimplantären Knochenverlustes

$$\frac{IL_{\text{REAL}}}{IL_{\text{RÖ}}} = \text{VF} \quad \Rightarrow \quad \text{VF} \times \text{DIB}_{\text{RÖ}} = \text{DIB}_{\text{REAL}}$$

IL_{REAL} :	eigentliche Implantatlänge
$IL_{\text{RÖ}}$:	im Röntgenbild gemessene Implantatlänge
VF:	Vergrößerungsfaktor
$\text{DIB}_{\text{RÖ}}$:	im Röntgenbild gemessener Knochenverlust
DIB_{REAL} :	eigentlicher Knochenverlust

Die Messungen wurden mit Hilfe einer Lupe (HRP, 4x, Heine Optotechnik, Herrsching) und einer hochpräzisen Schieblehre (Zürcher Modell, Dental-Liga, Zürich, Schweiz) auf einem Röntgenbetrachter mit Rücklichtbeleuchtung in einem abgedunkelten Raum durchgeführt. Die reproduzierbare Messgenauigkeit lag bei $\pm 0,5$ mm [Deppe 2004, 210].

Zusätzlich wurden aus dem Orthopantomogramm Informationen bezüglich der Präsenz vertikaler Knochendefekte und Implantatfrakturen gewonnen. Des Weiteren wurde die Anzahl der Implantate mit horizontalem Knochenabbau bis über die Hälfte der Implantatlänge ermittelt.

8.4.3. Fragebogen

Von jedem Patienten wurde im Rahmen der Nachuntersuchung ein vorgefertigter Fragebogen ausgefüllt [Anlage 1]. Abgefragt wurden Parameter zu Mundhygienegewohnheiten und Lebenswandel, die, gemäß wissenschaftlichen Studien, Einfluss auf die Implantatüberlebensrate haben können. Angaben über die subjektive Zufriedenheit der Patienten hinsichtlich Belastbarkeit und Ästhetik ihrer implantatgetragenen Versorgung wurden ebenso dokumentiert wie eventuell aufgetretene Schmerzen, Sensibilitätseinschränkungen oder sonstige Veränderungen im Zusammenhang mit den durchgeführten augmentativen und implantologischen Eingriffen.

8.5. Bewertung des Behandlungserfolges

149 Implantate, bei denen es sich nicht um sekundär nachimplantierte Pfeiler handelte, wurden in die Verweildaueranalyse und die Berechnung der Implantatüberlebensrate nach KAPLAN und MEIER [Kaplan 1958, 459ff] einbezogen. Um eine Aussage über ein Überleben des jeweiligen künstlichen Pfeilers treffen zu können wurde eingangs festgestellt, ob die Implantate zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in situ und funktionell belastet waren. Eine Bewertung des Implantaterfolges der überlebenden Implantate erfolgte nach den Kriterien von ALBREKTSSON [Albrektsson 1986, 12ff] und des ICOI [Misch 2008b, 8].

Der subjektive Eindruck der Patienten vom Behandlungsergebnis sollte in dieser Untersuchung in die Bewertung des Implantaterfolges einfließen. Hierfür wurden ALBREKTSSONS Kriterien [Albrektsson 1986, 12ff] mit einem Fragebogen zur Patientenzufriedenheit verknüpft [Anlage 1] und somit eine Erfolgsrate bestimmt, die sowohl objektivierbare klinische Parameter wie auch subjektive Kritik des Patienten berücksichtigt (Abb. 10). Hierbei stellte sich die Frage, auf welchem Niveau eine Erfolgsnorm festgelegt werden kann. Es ist offensichtlich, dass ein Patient nach umfangreicher Kieferrekonstruktion andere Ansprüche und ästhetische Maßstäbe anlegt als ein Patient mit Implantatversorgung im sichtbaren Frontzahnbereich. Zudem muss berücksichtigt werden, dass in Fällen mit ausgedehnter Defektmorphologie ein sehr gutes Behandlungsergebnis objektiv betrachtet nicht immer erreichbar ist. Bedingt durch die unterschiedlichen Ausgangssituationen und die damit vermischte Datenlage innerhalb dieser Untersuchung wurden eher weiche Kriterien in die Bewertung einbezogen. Diese können jedoch in folgenden Studien an die jeweilige Behandlungssituation angepasst werden.

Abbildung 10 - Erweiterte Kriterien zur Bewertung des Implantaterfolges

Erweiterte Kriterien zur Bewertung des Implantaterfolges

- Implantaterfolg nach Albrektsson 1986, 12ff
- Der Patient bewertet die Ästhetik seiner Implantatversorgung nicht schlechter als „befriedigend“ (Schulnote 3).
- Der Patient bewertet seine Gesamtzufriedenheit mit der Versorgung nicht schlechter als „befriedigend“ (Schulnote 3).
- Der Patient beantwortet die Frage nach Erfüllung seiner Erwartungen an das Behandlungsergebnis nicht mit „schlechter als erwartet“.
- Der Patient beantwortet die Frage nach seiner Fähigkeit zur Nahrungsaufnahme nicht mit „nur weiche Kost“.
- Der Patient beantwortet die Frage nach Belastbarkeit seiner Implantate nicht mit „nicht belastbar“.
- Der Patient beantwortet die Frage nach Akzeptanz seiner Implantate als Zahnersatz nicht mit „starke Abneigung/Fremdkörpergefühl“.

8.6. Statistische Auswertung

Die statistischen Berechnungen wie Häufigkeits-, Mittelwert- und Varianzanalyse wurden mit einem handelsüblichen Computerprogramm (Microsoft Excel®, Version 2007, Microsoft GmbH, Unterschleißheim) durchgeführt. Die Verweildaueranalyse nach KAPLAN-MEIER [Kaplan 1958, 459ff] wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie des Klinikums Rechts der Isar (Direktor: Prof. Dr. Klaus A. Kuhn) erstellt.

9. Ergebnisse

9.1. Postoperative Schmerzen und Komplikationen

9.1.1. Protokoll Augmentations-OP

15 Patienten konnten sich rückblickend an keine schmerzhaften Nachwirkungen ihrer Augmentationsoperation erinnern. Elf Patienten stufen die Intensität der Schmerzempfindung als „wenig/kaum“ sowie vier Patienten als „mittel“ ein. Neun Patienten gaben „stark“ schmerzhaft Beschwerden im Zusammenhang mit der Knochenaugmentation an [Tab. 13, Grafik 1]. Die Schmerzdauer lag zwischen 1-3 Tagen (10 Patienten), 1-2 Wochen (7 Patienten) und länger als zwei Wochen (7 Patienten) [Tab. 14, Grafik 2]. Als Ausgangspunkt der Schmerzempfindung wurden Entnahmeregion allein (12 Patienten), Augmentationsregion allein (8 Patienten) oder beides kombiniert (4 Patienten) angegeben [Tab. 15, Grafik 3]. Ein Hämatom entstand bei sieben Patienten in der Donorregion, bei elf Patienten in der Augmentationsregion und bei weiteren fünf Patienten zeigt sich diese Symptomatik in beiden Arealen [Tab. 16, Grafik 4]. Eine Nachbehandlung aufgrund einer Wundinfektion war in sechs Fällen nötig [Tab. 17, Grafik 5].

Tabelle 13 - Schmerzen nach Augmentation

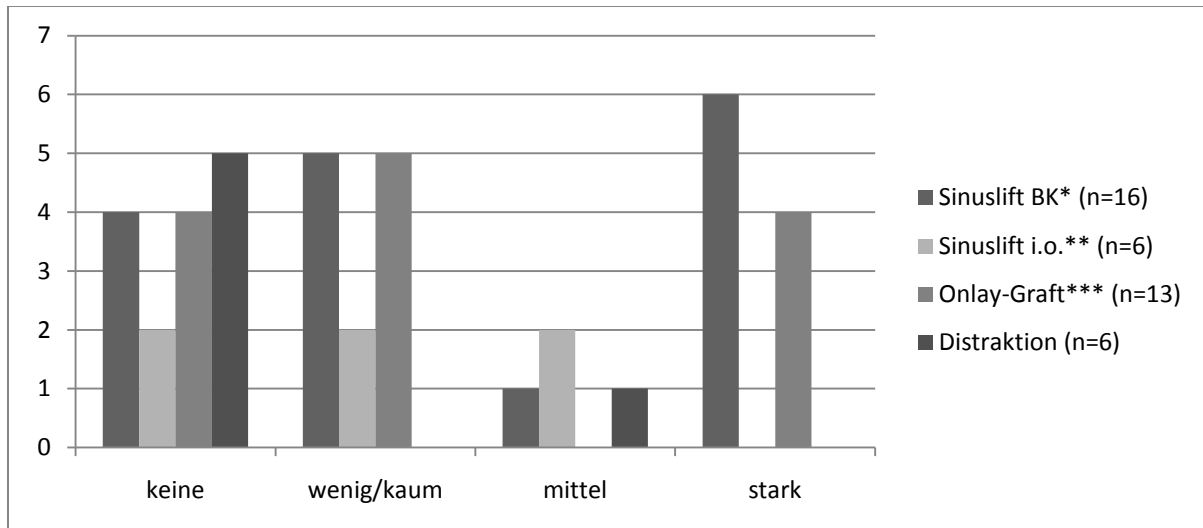
	<i>n</i> Patienten	<i>keine</i>	<i>wenig/kaum</i>	<i>mittel</i>	<i>stark</i>
Gesamtkollektiv	39	15	11	4	9
Studiengruppe I	22	6	7	3	6
<i>Sinuslift BK*</i>	16	4	5	1	6
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	2	2	2	0
Studiengruppe II	19	9	5	1	4
<i>Onlay-Graft***</i>	13	4	5	0	4
<i>Distraction</i>	6	5	0	1	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Grafik 1 - Schmerzen nach Augmentation



X-Achse = Schmerzintensität

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Tabelle 14 - Dauer der Schmerzen nach Augmentation

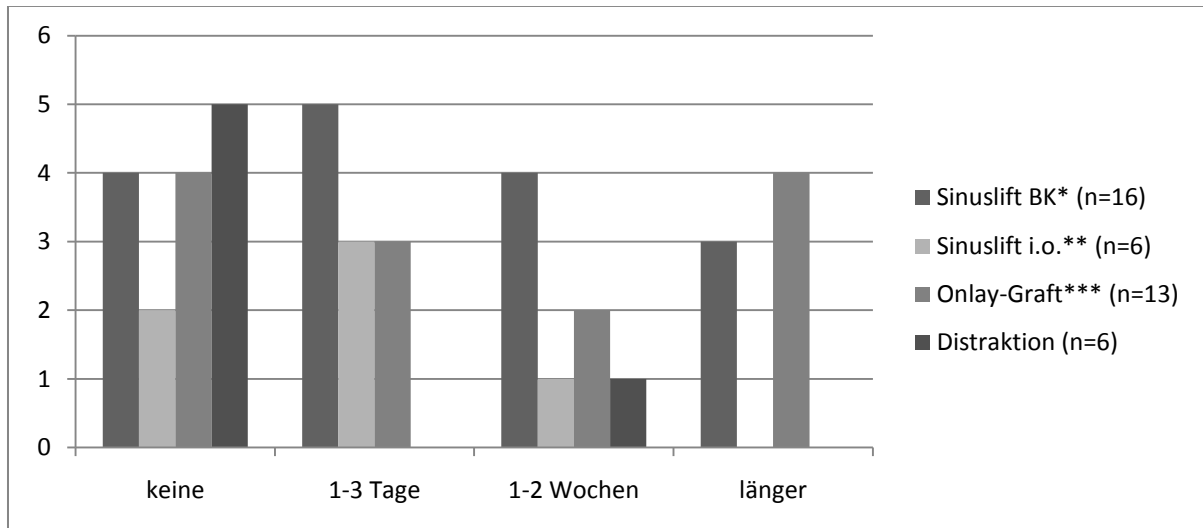
	<i>n</i> Patienten	keine	1–3 Tage	1-2 Wochen	länger
Gesamtkollektiv	39	15	10	7	7
Studiengruppe I	22	6	8	5	3
<i>Sinuslift BK*</i>	16	4	5	4	3
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	2	3	1	0
Studiengruppe II	19	9	3	3	4
<i>Onlay-Graft***</i>	13	4	3	2	4
<i>Distraction</i>	6	5	0	1	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 2 - Dauer der Schmerzen nach Augmentation



X-Achse = Schmerzdauer

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 15 - Ort der Schmerzen nach Augmentation

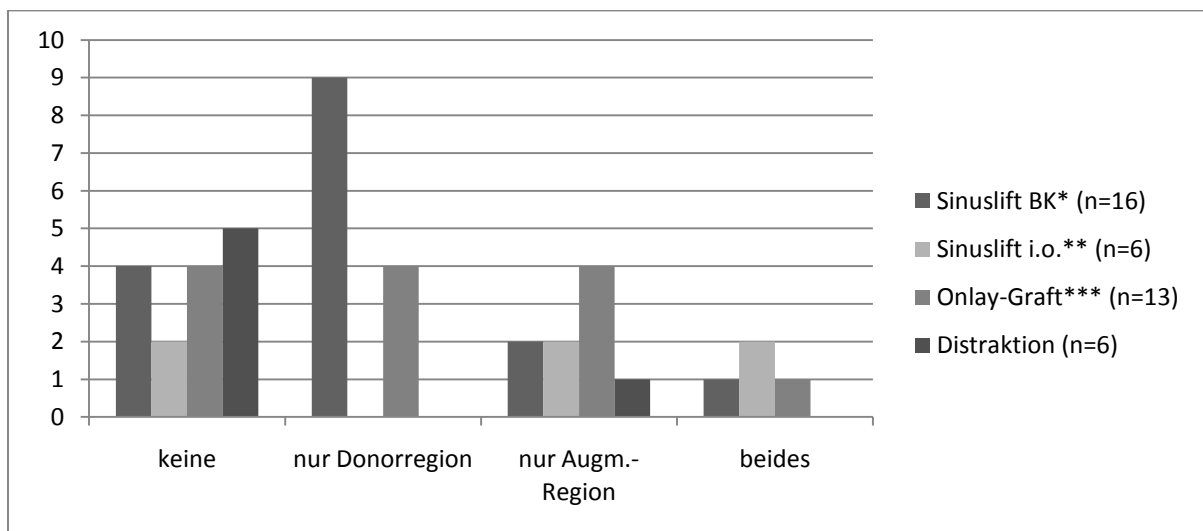
	<i>n Patienten</i>	<i>keine</i>	<i>nur Donorregion</i>	<i>nur Augmentations- region</i>	<i>beides</i>
Gesamtkollektiv	39	15	12	8	4
Studiengruppe I	22	6	9	4	3
<i>Sinuslift BK*</i>	16	4	9	2	1
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	2	0	2	2
Studiengruppe II	19	9	4	5	1
<i>Onlay-Graft***</i>	13	4	4	4	1
<i>Distraktion</i>	6	5	-	1	-

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 3 - Ort der Schmerzen nach Augmentation



X-Achse = Schmerzort

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 16 - Hämatom nach Augmentation

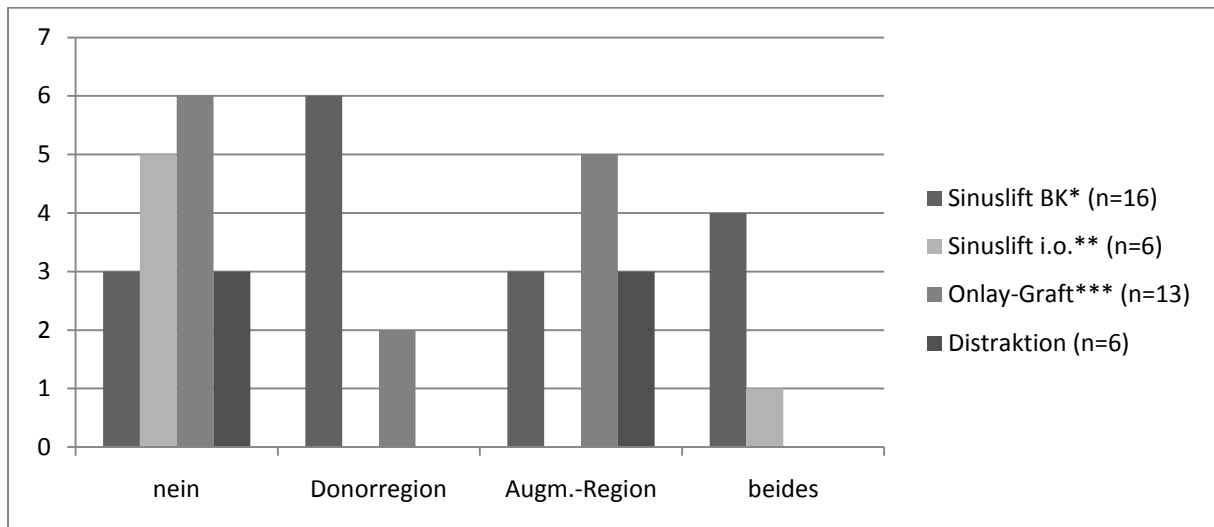
	<i>n</i> Patienten	nein	Donorregion	Augmentations- region	beides
Gesamtkollektiv	39	16	7	11	5
Studiengruppe I	22	8	6	3	5
<i>Sinuslift BK*</i>	16	3	6	3	4
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	5	0	0	1
Studiengruppe II	19	9	2	8	0
<i>Onlay-Graft***</i>	13	6	2	5	0
<i>Distraction</i>	6	3	-	3	-

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 4 - Hämatom nach Augmentation



X-Achse = Ort des Hämatoms nach Augmentation

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 17 - Infektion nach Augmentation

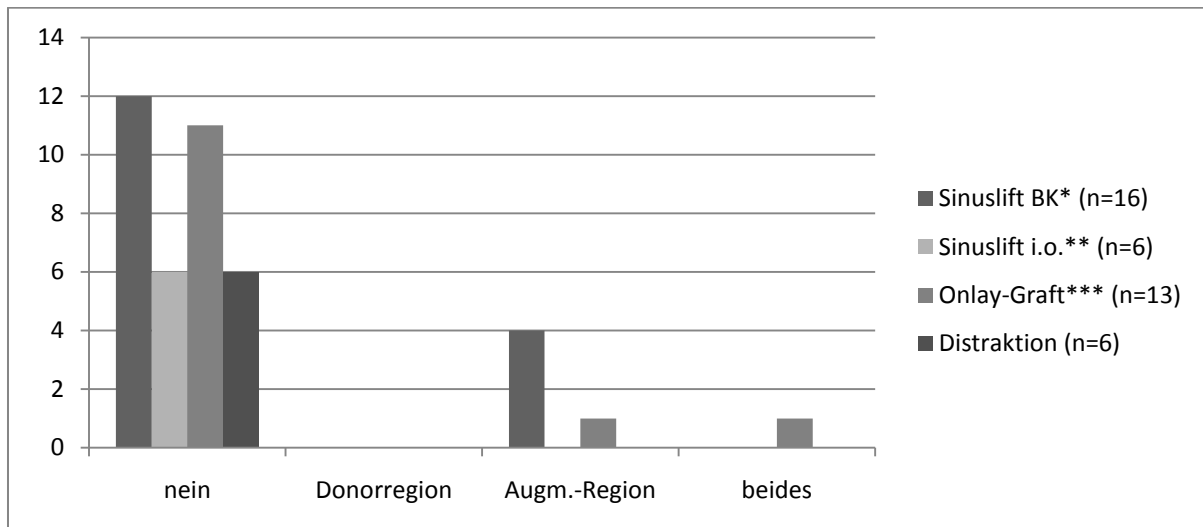
	<i>n</i> Patienten	nein	Donorregion	Augmentations- region	beides
Gesamtkollektiv	39	33	0	5	1
Studiengruppe I	22	18	0	4	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	12	0	4	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	6	0	0	0
Studiengruppe II	19	17	0	1	1
<i>Onlay-Graft***</i>	13	11	0	1	1
<i>Distraction</i>	6	6	-	0	-

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 5 - Infektion nach Augmentation



X-Achse = Ort der Infektion nach Augmentation

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.1.2. Protokoll Implantations-OP

Mögliche Komplikationen im Zusammenhang mit augmentativen Maßnahmen oder der Implantatinsertion selbst sollten in dieser Studie getrennt voneinander betrachtet werden. Da aber bei acht Patienten aus Studiengruppe I ein Sinuslift mit simultaner Implantation durchgeführt wurde, war in dieser Gruppe keine absolut differenzierte Auswertung möglich.

Starke Schmerzen nach dem Einsetzen ihrer Implantate gaben vier Patienten an. Beschwerden mittlerer Intensität erlebten zwei Patienten. An eine nur geringe („wenig/kaum“) Schmerzempfindung erinnerten sich acht Patienten und die Mehrheit der Befragten (25 Patienten) empfand keinerlei Schmerzen im Zusammenhang mit dem operativen Eingriff zur Implantation [Tab. 18, Grafik 6]. Stellten sich Beschwerden ein, hielten diese zwischen „1-3 Tagen“ (9 Patienten) und „1-2 Wochen“ (5 Patienten) an [Tab. 19, Grafik 7]. Ein Hämatom trat in sieben Fällen auf [Tab. 20, Grafik 8]. Zu einer Wundinfektion kam es bei einem Patienten [Tab. 21, Grafik 9].

Tabelle 18 - Schmerzen nach Implantation

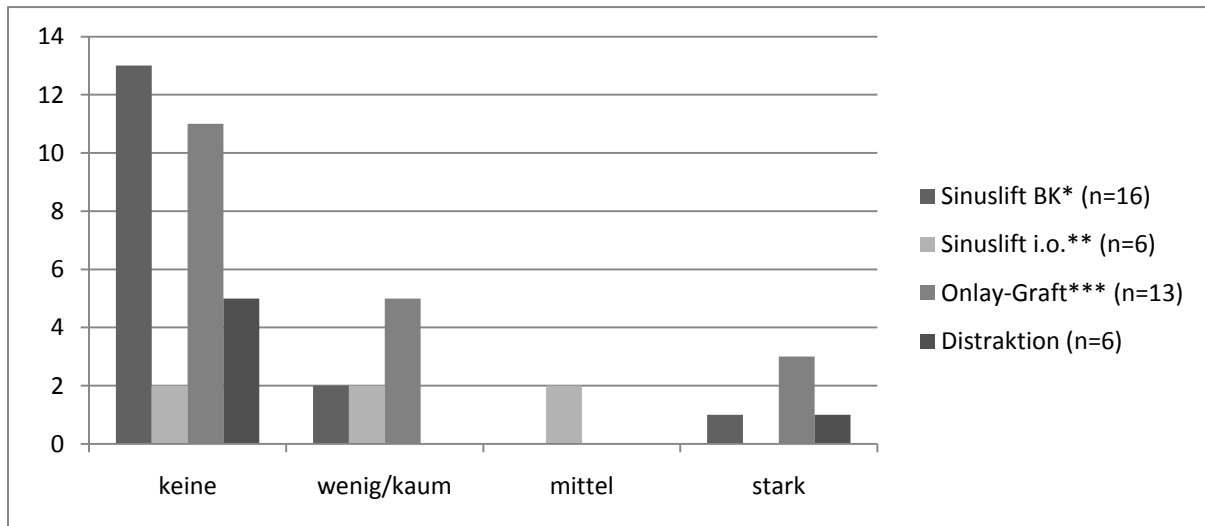
	<i>n</i> Patienten	<i>keine</i>	<i>wenig/kaum</i>	<i>mittel</i>	<i>stark</i>
Gesamtkollektiv	39	25	8	2	4
Studiengruppe I	22	15	4	2	1
<i>Sinuslift BK*</i>	16	13	2	0	1
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	2	2	2	0
Studiengruppe II	19	11	5	0	3
<i>Onlay-Graft***</i>	13	6	5	0	2
<i>Distraction</i>	6	5	0	0	1

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 6 - Schmerzen nach Implantation



X-Achse = Schmerzintensität

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 19 - Dauer der Schmerzen nach Implantation

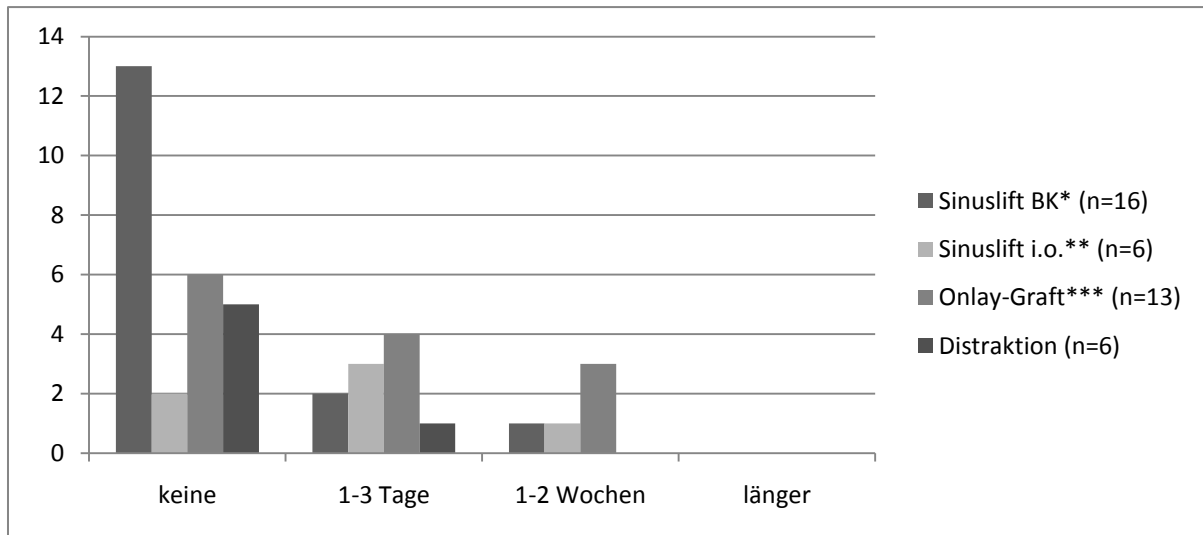
	<i>n Patienten</i>	<i>keine</i>	<i>1–3 Tage</i>	<i>1-2 Wochen</i>	<i>länger</i>
Gesamtkollektiv	39	25	9	5	0
Studiengruppe I	22	15	5	2	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	13	2	1	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	2	3	1	0
Studiengruppe II	19	11	5	3	0
<i>Onlay-Graft***</i>	13	6	4	3	0
<i>Distraction</i>	6	5	1	0	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Graphik 7 - Dauer der Schmerzen nach Implantation



X-Achse = Schmerzdauer

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 20 - Hämatom nach Implantation

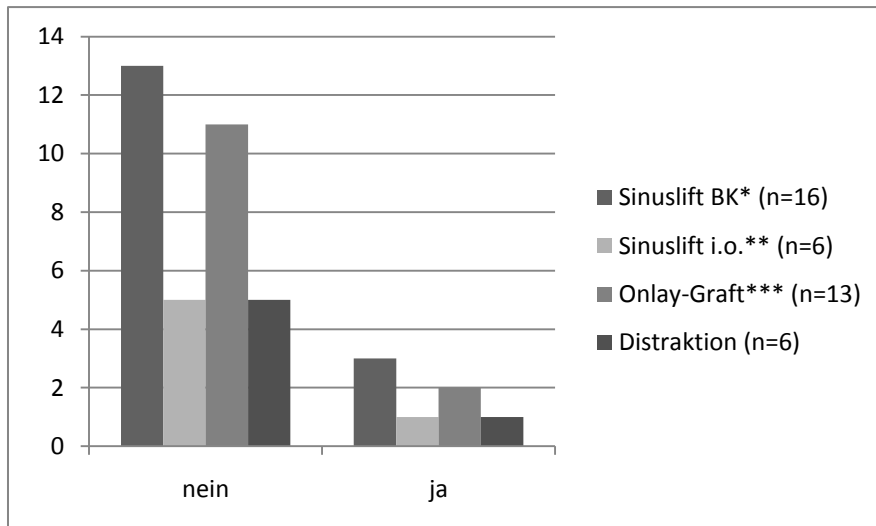
	<i>n Patienten</i>	<i>nein</i>	<i>ja</i>
Gesamtkollektiv	39	32	7
Studiengruppe I	22	18	4
<i>Sinuslift BK*</i>	16	13	3
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	5	1
Studiengruppe II	19	16	3
<i>Onlay-Graft***</i>	13	11	2
<i>Distraction</i>	6	5	1

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 8 - Hämatom nach Implantation



X-Achse = Hämatom nach Implantation

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 21 - Infektion nach Implantation

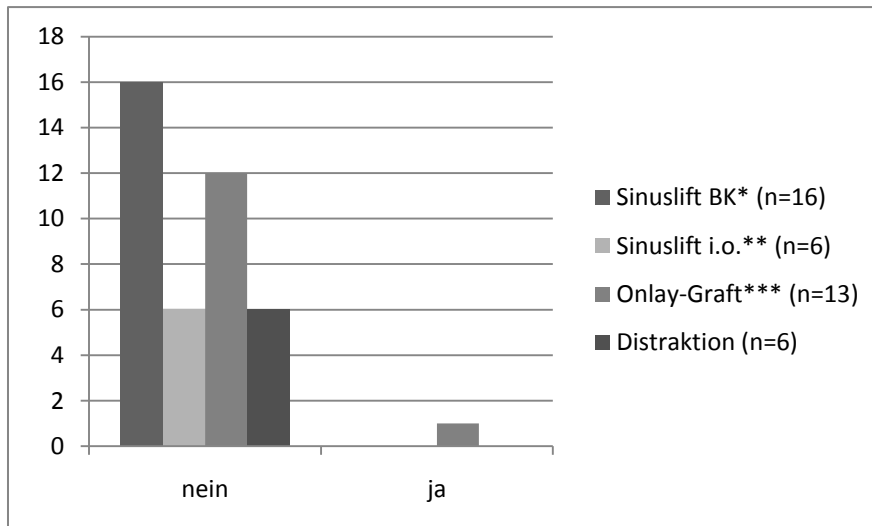
	<i>n Patienten</i>	<i>nein</i>	<i>ja</i>
Gesamtkollektiv	39	38	1
Studiengruppe I	22	22	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	16	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	6	0
Studiengruppe II	19	18	1
<i>Onlay-Graft***</i>	13	12	1
<i>Distraction</i>	6	6	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 9 - Infektion nach Implantation



X-Achse = Infektion nach Implantation

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.1.3. Protokoll Entnahmemorbidity

9.1.3.1. *Knochenentnahme am Beckenkamm*

Eine extraorale Transplantatgewinnung wurde innerhalb des vorliegenden Studienkollektives an insgesamt 24 Patienten durchgeführt. Postoperative Sensibilitätsstörungen im Versorgungsbereich des Nervus cutaneus femoris lateralis traten an acht Patienten auf, wobei vier Patienten die Parästhesie als geringgradig („teilweise/vorrübergehend“) und die verbleibenden vier Patienten als deutlich („trifft zu“) empfanden [Tab. 22, Grafik 10]. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag bei zwei Patienten eine persistierende Parästhesie beziehungsweise Anästhesie der Haut des seitlichen Oberschenkels vor [Tab. 23, Grafik 11]. Eine schmerzbedingte Bewegungseinschränkung postoperativ bestand bei vier Patienten über einen Zeitraum von „1-3 Tagen“ und bei elf Patienten über „1-2 Wochen“. Bei drei Patienten dauerte der Zustand sogar „länger“ an. Vier Patienten konnten sich an keine postoperativ beeinträchtigte Mobilität erinnern [Tab. 24, Grafik 12]. 15 Patienten waren postoperativ auf eine Gehilfe angewiesen. Zwei Patienten benötigten diese für mehr als zwei Wochen [Tab. 25, Grafik 13]. Das Aussehen der Narbe an der Entnahmestelle beurteilten 16 Patienten als „unauffällig“, die übrigen sechs Patienten als „kaum/etwas störend“ [Tab. 26, Grafik 14]. Drei Patienten beschrieben auf Nachfrage eine persistierende Druckempfindlichkeit der Narbe [Tab. 27, Grafik 15]. Eine operative Narbenkorrektur hatte bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keiner der Befragten vornehmen lassen [Tab. 28, Grafik 16].

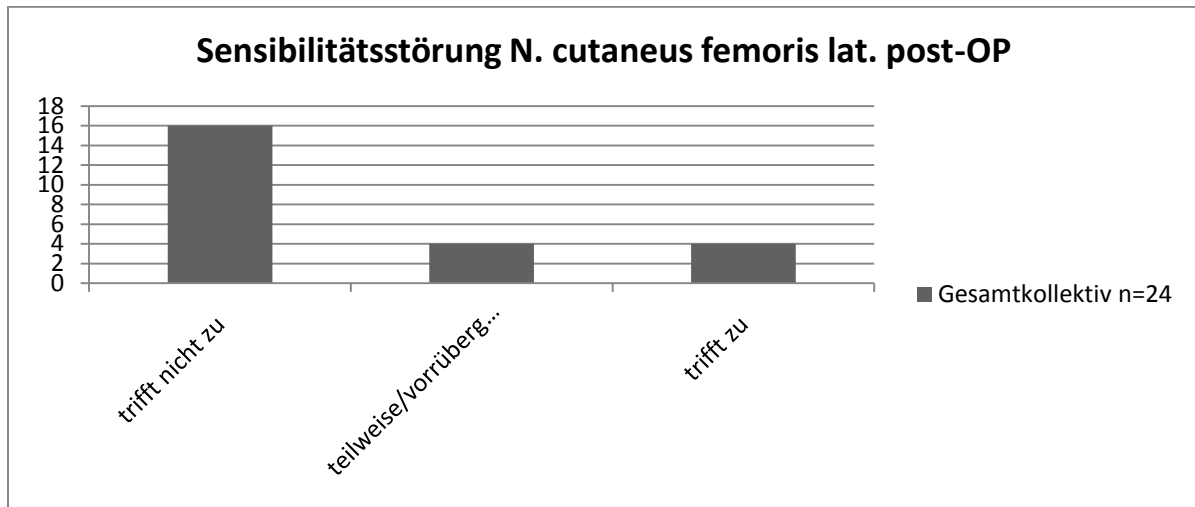
Tabelle 22 - Sensibilitätsstörung Nervus cutaneus femoris lateralis postoperativ

	<i>n Patienten</i>	<i>trifft nicht zu</i>	<i>teilweise/vorrübergehend</i>	<i>trifft zu</i>
Gesamtkollektiv	24	16	4	4
<i>Sinuslift BK*</i>	16	11	3	2
<i>Onlay-Graft**</i>	10	6	1	3

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 10 - Sensibilitätsstörung Nervus cutaneus femoris lateralis postoperativ



X-Achse = Sensibilitätsstörung postoperativ

Y-Achse = n Patienten

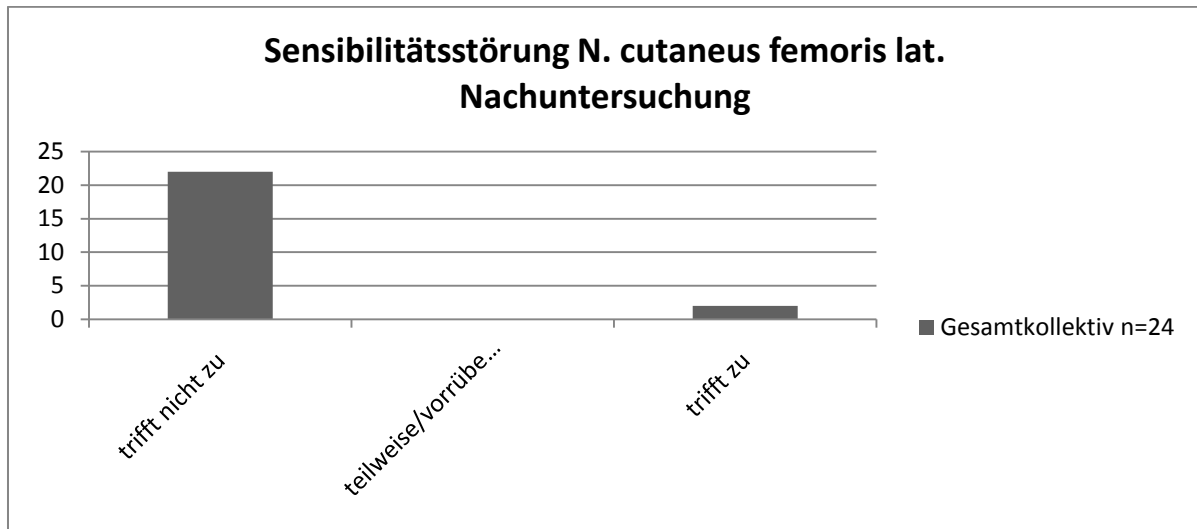
Tabelle 23 - Sensibilitätsstörung Nervus cutaneus femoris lateralis bei Nachuntersuchung

	<i>n</i> Patienten	<i>trifft nicht zu</i>	<i>teilweise/vorübergehend</i>	<i>trifft zu</i>
Gesamtkollektiv	24	22	0	2
<i>Sinuslift BK*</i>	16	16	0	0
<i>Onlay-Graft**</i>	10	8	0	2

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 11 - Sensibilitätsstörung Nervus cutaneus femoris lateralis bei Nachuntersuchung



X-Achse = Sensibilitätsstörung bei Nachuntersuchung

Y-Achse = n Patienten

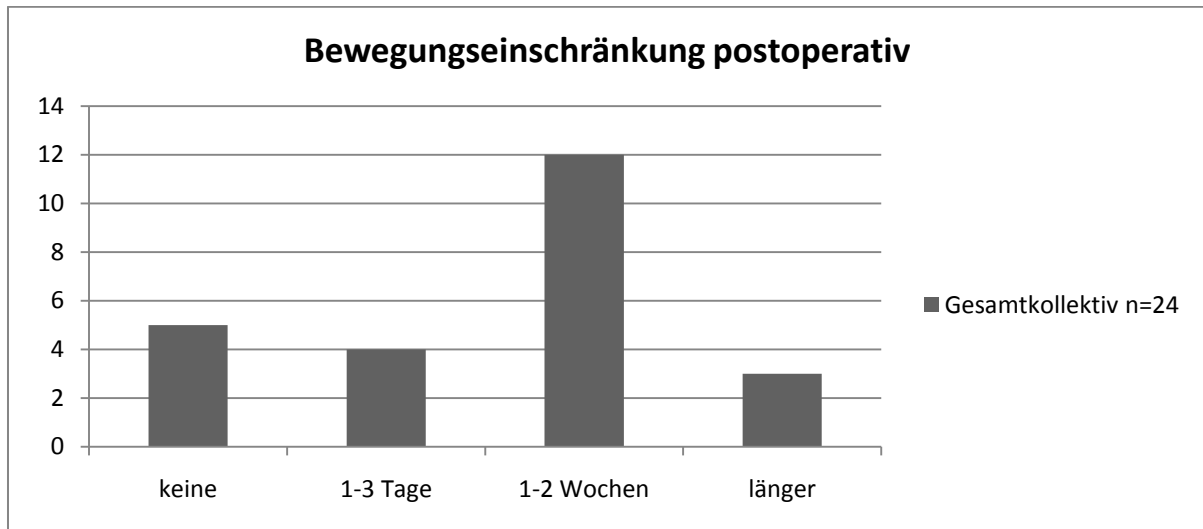
Tabelle 24 - Bewegungseinschränkung postoperativ

	<i>n Patienten</i>	<i>keine</i>	<i>1-3 Tage</i>	<i>1-2 Wochen</i>	<i>länger</i>
Gesamtkollektiv	24	5	4	12	3
<i>Sinuslift BK*</i>	16	2	4	10	0
<i>Onlay-Graft**</i>	10	3	0	4	3

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 12 - Bewegungseinschränkung postoperativ



X-Achse = Dauer der Bewegungseinschränkung postoperativ

Y-Achse = n Patienten

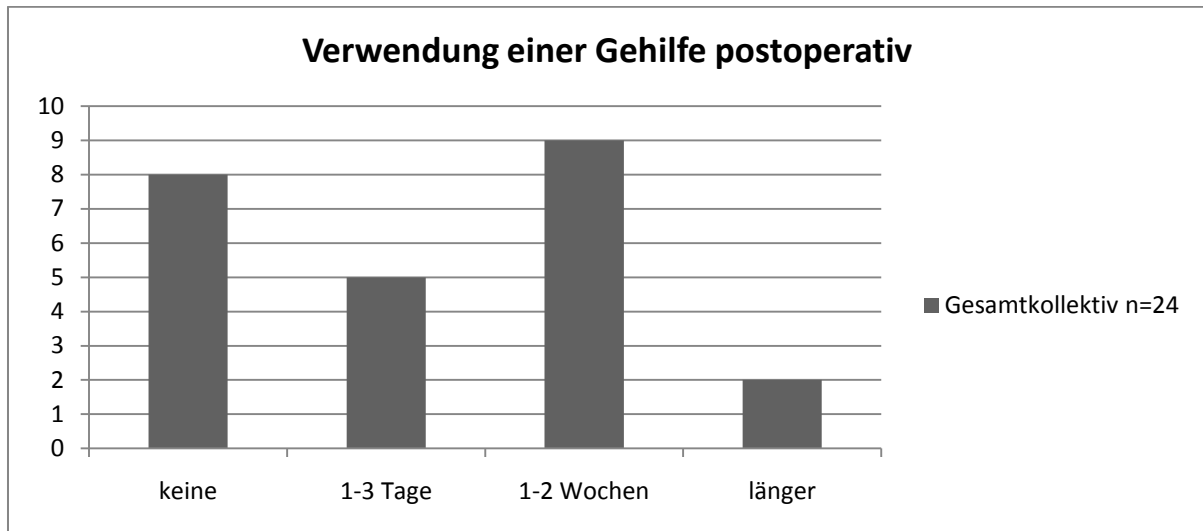
Tabelle 25 - Verwendung einer Gehilfe postoperativ

	<i>n Patienten</i>	<i>keine</i>	<i>1-3 Tage</i>	<i>1-2 Wochen</i>	<i>länger</i>
Gesamtkollektiv	24	8	5	9	2
<i>Sinuslift BK*</i>	16	4	3	8	1
<i>Onlay-Graft**</i>	10	5	2	2	1

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 13 - Verwendung einer Gehilfe postoperativ



X-Achse = Dauer der Verwendung einer Gehilfe postoperativ

Y-Achse = n Patienten

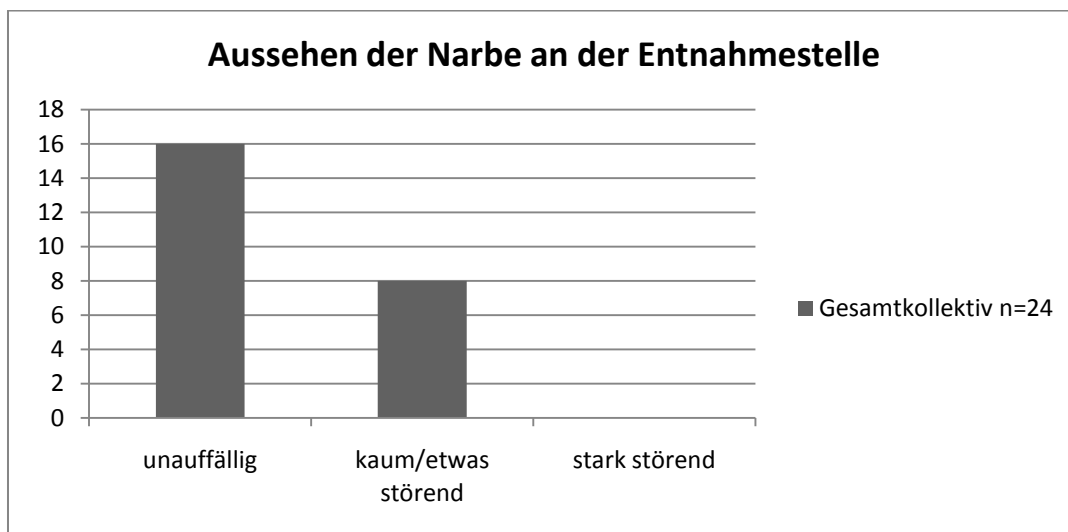
Tabelle 26 - Aussehen der Narbe an der Entnahmestelle

	<i>n Patienten</i>	<i>unauffällig</i>	<i>kaum/etwas störend</i>	<i>stark störend</i>
Gesamtkollektiv	24	16	8	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	10	6	0
<i>Onlay-Graft**</i>	10	6	4	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 14 - Aussehen der Narbe an der Entnahmestelle



X-Achse = Aussehen der Narbe an der Entnahmestelle

Y-Achse = n Patienten

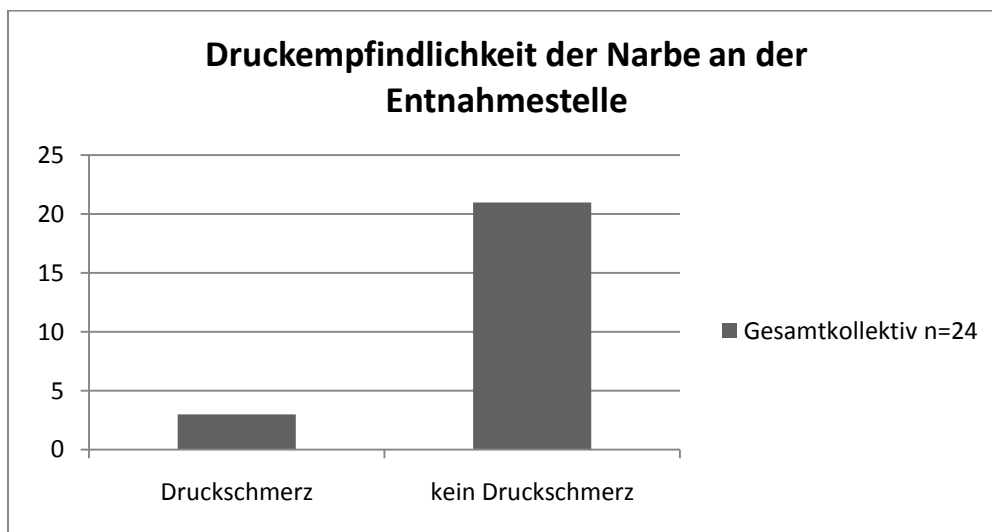
Tabelle 27 - Druckempfindlichkeit der Narbe an der Entnahmestelle

	<i>n Patienten</i>	<i>Druckschmerz</i>	<i>kein Druckschmerz</i>
Gesamtkollektiv	24	3	21
<i>Sinuslift BK*</i>	16	2	14
<i>Onlay-Graft**</i>	10	2	8

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 15 - Druckempfindlichkeit der Narbe an der Entnahmestelle



X-Achse = Druckschmerz an der Entnahmestelle

Y-Achse = n Patienten

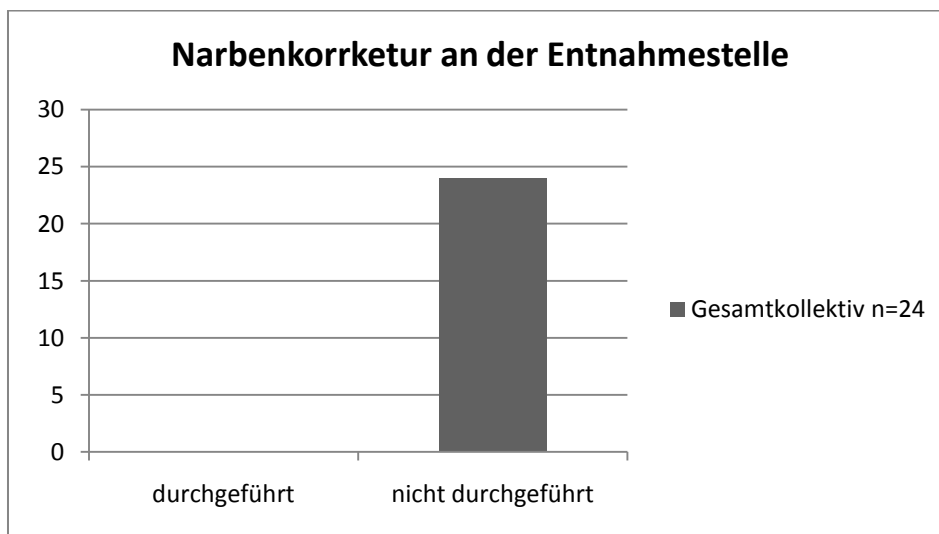
Tabelle 28 - Chirurgische Narbenkorrektur

	<i>n Patienten</i>	<i>durchgeführt</i>	<i>nicht durchgeführt</i>
Gesamtkollektiv	24	0	24
<i>Sinuslift BK*</i>	16	0	16
<i>Onlay-Graft**</i>	10	0	10

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 16 - Chirurgische Narbenkorrektur



X-Achse = Chirurgische Narbenkorrektur an der Entnahmestelle

Y-Achse = n Patienten

9.1.3.2. Intraorale Knochenentnahme

Insgesamt wurde an 9 Patienten (2x Symphysenregion, 7x Ramus mandibulae) eine Knochenentnahme von intraoralen Donorregionen nachuntersucht. Zusätzlich zu den allgemeinen Beschwerden nach Augmentation (siehe 9.1.1.) wurde ein mögliches Auftreten von Sensibilitätsstörungen der Schleimhaut oder Zähne im Bereich des Unterkiefers sowie der Unterlippe im Zusammenhang mit der Knochenentnahme erfragt.

Die Donoroperation am Ramus mandibulae verlief bei allen sieben Patienten komplikationslos. Es traten keinerlei Sensibilitätsstörungen im Versorgungsbereich des Nervus alveolaris inferior beziehungsweise des Nervus mentalis auf. Dagegen gaben beide Patienten nach Knochengewinnung in der Symphysenregion eine spürbare Veränderung an. Eine vorübergehende postoperative Parästhesie für „1-2 Wochen“ beschrieb ein Patient. An dem zweiten Patienten konnten noch während der Nachuntersuchung eine negative Reaktion der Unterkieferfrontzähne auf Kältetest mit CO₂-Spray sowie eine persistierende Anästhesie der vestibulären Schleimhaut im Unterkiefer regio 32-42 verifiziert werden.

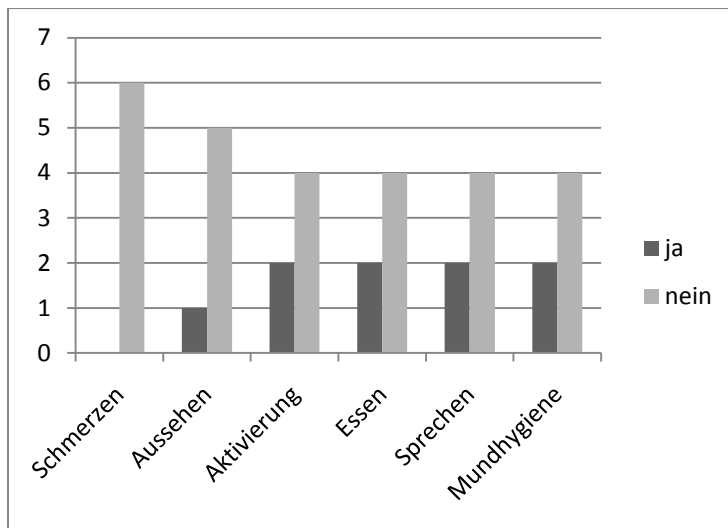
9.1.4. Protokoll Distraktionsosteogenese

Die sechs Patienten mit präimplantologischer Alveolarkammaugmentation durch Distraktionsosteogenese wurden gezielt nach Beschwerden oder Schwierigkeiten mit dem Distraktor in situ befragt. Schmerzen während der aktiven Distraktionsphase gab keiner der Befragten an. Ein subjektives Problem mit dem Aussehen des schleimhautpenetrierenden Metallanteiles verspürte ein Patient (16,7%). Schwierigkeiten bei der häuslichen Aktivierung, beim Essen, beim Sprechen und bei der Mundhygiene gaben je zwei Patienten (33,3%) an [Tab. 29, Grafik 17].

Tabelle 29 - Komplikationen bei Distraktionsosteogenese

<i>n = 6 Patienten</i>	<i>ja</i>	<i>nein</i>
<i>Schmerzen durch Distraktor in situ</i>	0	6
<i>Probleme mit Aussehen des Distraktors</i>	1	5
<i>Probleme mit Aktivierung des Distraktors in situ</i>	2	4
<i>Probleme beim Essen mit Distraktor in situ</i>	2	4
<i>Probleme beim Sprechen mit Distraktor in situ</i>	2	4
<i>Probleme bei der Mundhygiene mit Distraktor in situ</i>	2	4

Grafik 17 - Komplikationen bei Distraktionsosteogenese



X-Achse = Mögliche Komplikationen und Probleme mit Distraktor in situ

Y-Achse = n Patienten

n = 6

9.1.5. Persistierende Beschwerden

Die Frage, ob sie heute, also zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, noch Schmerzen im Operationsgebiet verspürten, wurde von acht Patienten mit ja beantwortet. Die Schmerzintensität wurde von vier Patienten als leicht („wenig/kaum“) und von vier Patienten als „mittel“ beschrieben [Tab. 30, Grafik 18]. Ausgangspunkt der Beschwerden war in vier Fällen die Entnahmeregion und ebenfalls in vier Fällen allein die Augmentations- beziehungsweise Implantationsregion [Tab. 31, Grafik 19].

Tabelle 30 - Schmerzen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

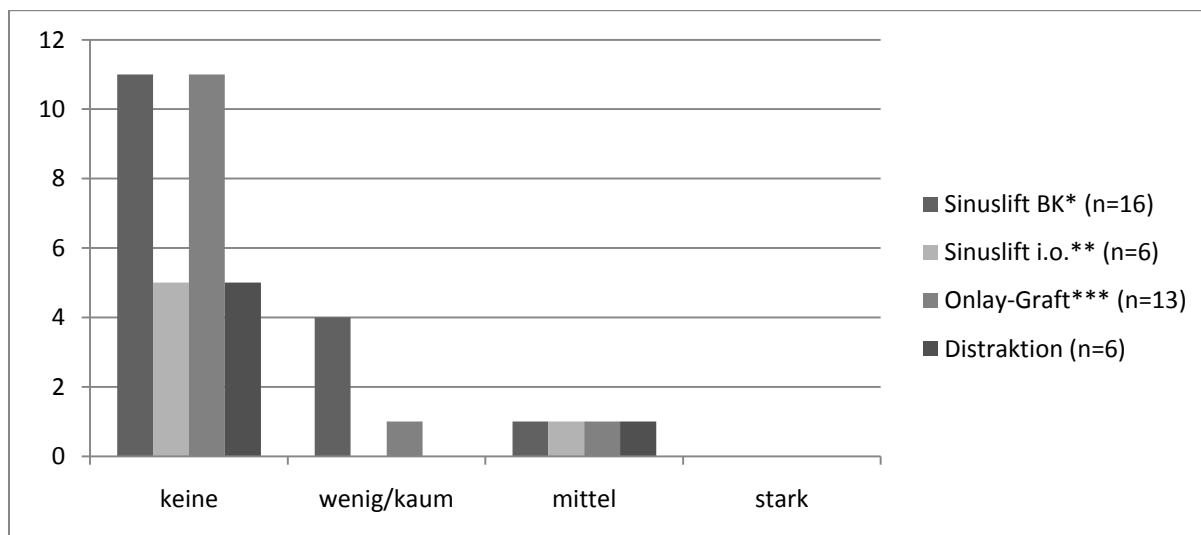
	<i>n</i> Patienten	keine	wenig/kaum	mittel	stark
Gesamtkollektiv	39	31	4	4	0
Studiengruppe	22	16	4	2	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	11	4	1	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	5	0	1	0
Studiengruppe II	19	16	1	2	0
<i>Onlay-Graft***</i>	13	11	1	1	0
<i>Distraction</i>	6	5	0	1	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 18 - Schmerzen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung



X-Achse = Schmerzintensität z.Z. der Nachuntersuchung

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 31 - Ort der Schmerzen bei Nachuntersuchung

	<i>n Patienten</i>	<i>keine</i>	<i>nur Donorregion</i>	<i>nur AUG-IMP-Region</i>	<i>beides</i>
Gesamtkollektiv	39	31	4	4	0
Studiengruppe I	22	16	4	2	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	11	4	1	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	5	0	1	0
Studiengruppe II	19	16	1	2	0
<i>Onlay-Graft***</i>	13	11	1	1	0
<i>Distraction</i>	6	5	-	1	-

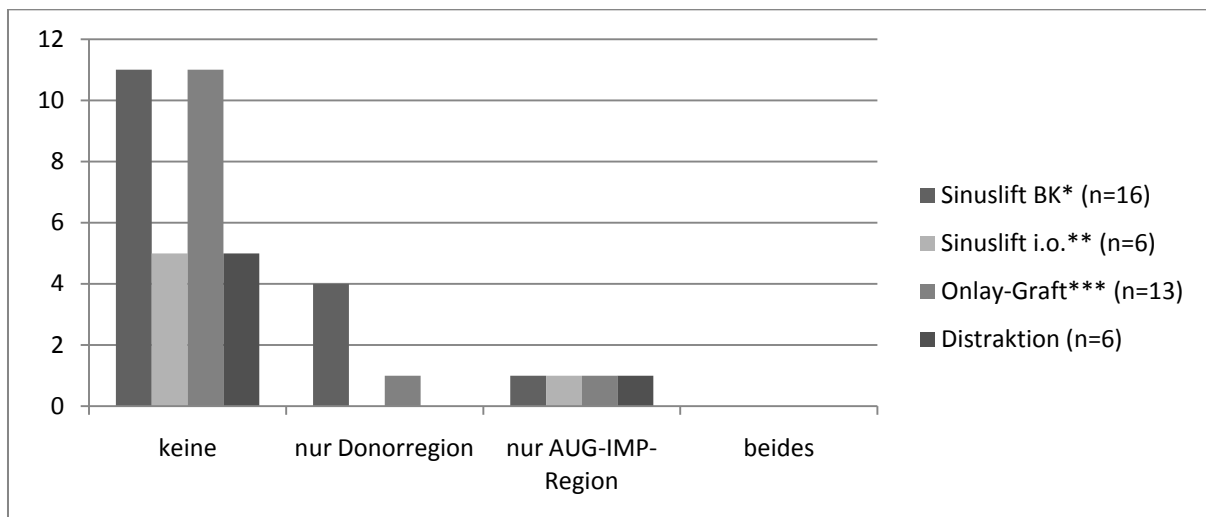
AUG-IMP-Region = Augmentations- bzw. Implantationsregion

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 19 - Ort der Schmerzen bei Nachuntersuchung



X-Achse = Schmerzort z.Z. der Nachuntersuchung

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.2. Befunde der Nachuntersuchung

9.2.1. Klinische Parameter zum periimplantären Entzündungszustand

Zur Dokumentation und Graduierung der Menge an Plaque und Belägen um die nachuntersuchten Implantate diente der modifizierte Plaque-Index [Mombelli 1994, 84]. 14 Patienten wiesen Grad 0 (keine Plaque) auf. Durch Abstreifen mit der Sonde (Grad 1) waren Beläge bei elf Patienten nachzuweisen. Mit bloßem Auge erkennbare Plaque und Zahnstein (Grad 2) fand sich bei zehn Patienten. Grad 3 mit massiver Ausbildung von Zahnstein und Belägen wurde vier Patienten zugeteilt. Auffällig war der signifikant schlechtere Pflegezustand der Distractionspatienten im Vergleich mit den anderen Gruppen [Tab. 32, Grafik 20].

Der modifizierte Sulkusblutungsindex [Mombelli 1994, 84] wurde zur Einteilung der Blutungsneigung der periimplantären Mukosa herangezogen. Keine Blutung auf Provokation mit der Sonde (Grad 0) konnte an elf Patienten festgestellt werden. Isolierte Blutpunkte (Grad 1) zeigten sich an 17 Patienten. Grad 2 mit einer konfluierenden Blutlinie wurde neun Patienten zugewiesen. Die periimplantäre Schleimhaut zweier weiterer Patienten zeigte eine massive Blutungsneigung (Grad 3). Hinsichtlich der Sulkusblutungsneigung fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Patientengruppen. [Tab. 33, Grafik 21].

Die Sondierung der Sulkustiefe aller nachuntersuchten Implantate ergab einen Mittelwert von $3,5 \pm 1,6$ mm. Die kleinste gemessene Taschentiefe lag hier bei 2 mm, die größte bei 12 mm. Die signifikant größte durchschnittliche Sondierungstiefe wies mit $4,1 \pm 2,2$ mm die Gruppe „Onlay-Graft“ auf [Tab. 34, Grafik 22].

Pusentleerung am Marginalsaum zeigten insgesamt sieben Implantate, wobei sechs davon in Studiengruppe II vorgefunden wurden [Tab. 35, Grafik 23]. Der klinische Eindruck einer Lockerung des Osseointegrationsverbundes entstand an neun Implantaten, von denen sieben in mit autogenem Beckenknochen augmentierten Sinus standen [Tab. 36, Grafik 24]. Vier dieser subjektiv gelockerten Pfeiler wiesen zudem einen auffällig dumpfen Klopfeschall auf [Tab. 37, Grafik 25].

Tabelle 32 - Plaqueakkumulation

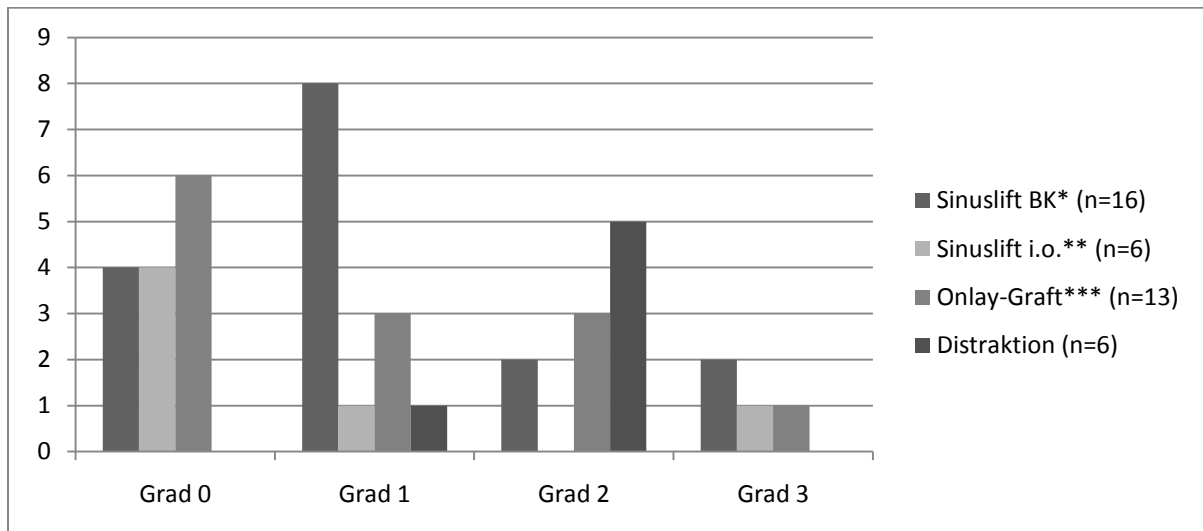
Plaque-Index n = 39 Patienten	n Patienten	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3
Gesamtkollektiv	39	14	11	10	4
Studiengruppe I	22	8	9	2	3
Sinuslift BK*	16	4	8	2	2
Sinuslift i.o.**	6	4	1	0	1
Studiengruppe II	19	6	4	8	1
Onlay-Graft***	13	6	3	3	1
Distraction	6	0	1	5	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 20 - Plaqueakkumulation



X-Achse = Grad der Plaqueakkumulation nach Mombelli 1994, 84

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 33 - Sulkusblutung

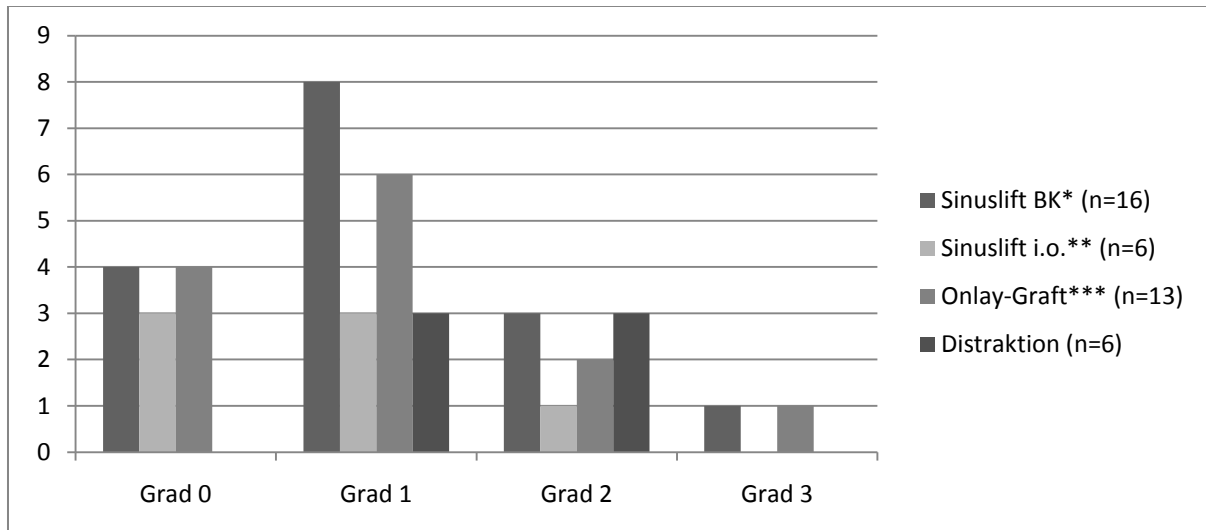
Sulkusblutungs-Index	n Patienten	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3
Gesamtkollektiv	39	11	17	9	2
Studiengruppe I	22	7	10	4	1
Sinuslift BK*	16	4	8	3	1
Sinuslift i.o.**	6	3	2	1	0
Studiengruppe II	19	4	9	5	1
Onlay-Graft***	13	4	6	2	1
Distraction	6	0	3	3	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Grafik 21 - Sulkusblutung



X-Achse = Grad der Sulkusblutung nach Mombelli 1994, 84

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Tabelle 34 - Sondierungstiefe

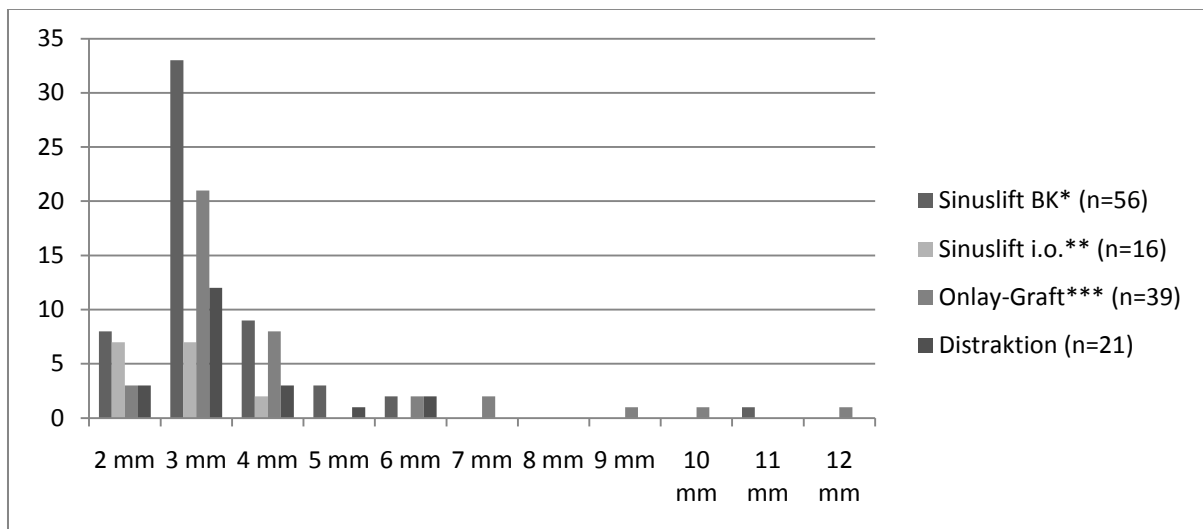
<i>in Millimeter</i>	<i>n Implantate</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>±Standardabweichung</i>
Gesamtkollektiv	132	2	12	3,5	±1,6
Studiengruppe I	72	2	11	3,2	±1,3
<i>Sinuslift BK*</i>	56	2	11	3,4	±1,4
<i>Sinuslift i.o.**</i>	16	2	4	2,7	±0,7
Studiengruppe II	60	2	12	3,8	±1,9
<i>Onlay-Graft***</i>	39	2	12	4,1	±2,2
<i>Distraction</i>	21	2	6	3,4	±1,1

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 22 - Sondierungstiefe



X-Achse = Sondierungstiefe in mm

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 35 - Suppuration

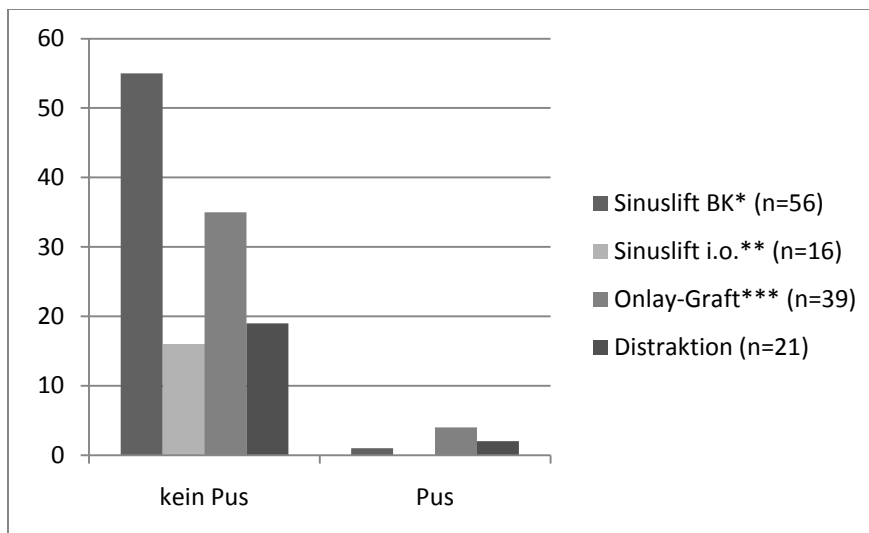
	<i>n Implantate</i>	<i>kein Pus</i>	<i>Pus</i>
Gesamtkollektiv	132	125	7
Studiengruppe I	72	71	1
<i>Sinuslift BK*</i>	56	55	1
<i>Sinuslift i.o.**</i>	16	16	0
Studiengruppe II	60	54	6
<i>Onlay-Graft***</i>	39	35	4
<i>Distraction</i>	21	19	2

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 23 - Suppuration



X-Achse = Suppuration

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 36 - Lockerung

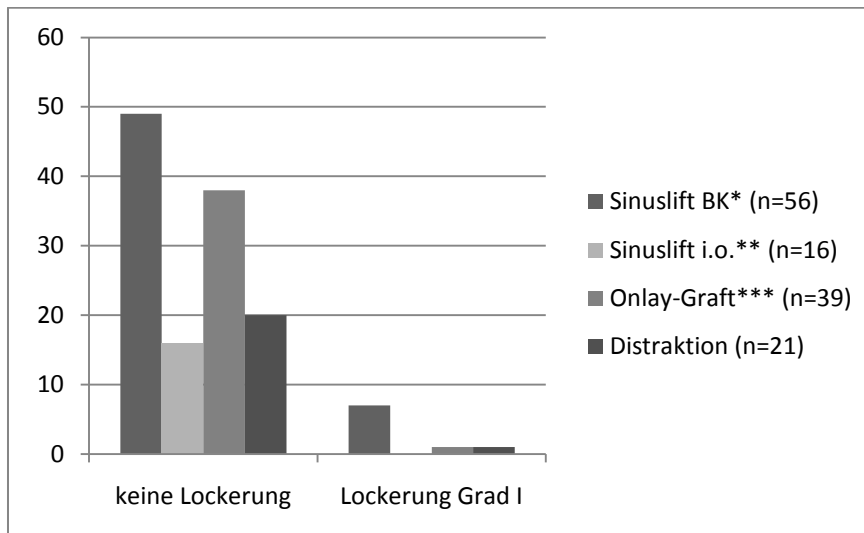
	<i>n Implantate</i>	<i>keine Lockerung</i>	<i>Lockerung Grad I</i>
Gesamtkollektiv	132	123	9
Studiengruppe I	72	65	7
<i>Sinuslift BK*</i>	56	49	7
<i>Sinuslift i.o.**</i>	16	16	0
Studiengruppe II	60	58	2
<i>Onlay-Graft***</i>	39	38	1
<i>Distraktion</i>	21	20	1

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 24 - Lockerung



X-Achse = Grad der klinischen Lockerung

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 37 - Klopfeschall

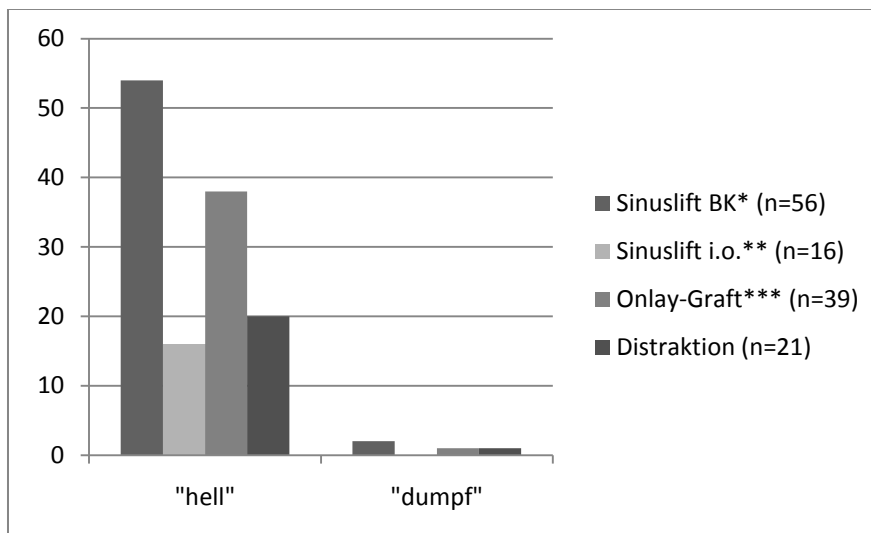
	<i>n Implantate</i>	„hell“	„dumpf“
Gesamtkollektiv	132	128	4
Studiengruppe I	72	70	2
<i>Sinuslift BK*</i>	56	54	2
<i>Sinuslift i.o.**</i>	16	16	0
Studiengruppe II	60	58	2
<i>Onlay-Graft***</i>	39	38	1
<i>Distraction</i>	21	20	1

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 25 - Klopfeschall



X-Achse = klinisch feststellbarer Klopfeschallbefund

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.2.2. Parameter zur Beschreibung ästhetischer Aspekte

Die Vermessung der Breite der angewachsenen, keratinisierten Gingiva um die untersuchten Implantate erfolgte durch Abziehen der beweglichen Schleimhautanteile. Auf ein Anfärben, zum Beispiel mit Schiller-Jodlösung, wurde verzichtet. Vestibulär um 27 Implantataufbauten, zum größten Teil aus der Gruppe „Onlay-Graft“, fand sich ausschließlich bewegliche Mukosa. Keratinisierte Schleimhautanteile mit einer Breite von 1 mm wurden an 18 Implantaten, mit einer Breite von 2 mm an 50 Implantaten und mit einer Breite von 3 mm an 35 Implantaten gemessen. Zwei Implantate wiesen eine attached gingiva von vier oder mehr Millimetern Breite auf [Tab. 38, Grafik 26].

An 59 Implantaten, ohne signifikanten Unterschied zwischen den Studiengruppen, lagen Anteile des metallischen Abutments oder Gewindeanteile des Implantatkörpers sichtbar exponiert [Tab. 39, Grafik 27].

Die Inspektion der interdentalen Schleimhaut ergab ein vollständiges Fehlen der Papillen um die Implantate bei 18 Patienten (Grad 0 nach JEMT [Jemt 1997, 328]). Etwa die Hälfte der Interdentalraumhöhe (Grad 1) war bei elf Patienten, mehr als die Hälfte bei acht Patienten von Weichgewebe ausgefüllt. Vollständig erhaltene beziehungsweise rekonstruierte papilläre Weichgewebsspitzen in Harmonie zu angrenzenden Zähnen fanden sich bei zwei Patienten. In allen Untersuchungsgruppen ähnelte sich tendenziell das Maß der Ausbildung der Papillenspitzen [Tab. 40, Grafik 28].

Die subjektive Beurteilung der Schleimhautverhältnisse und des Verlaufes der mukogingivalen Konturen unabhängig von einer vollständigen Papillenhöhe erbrachte für die überwiegende Mehrheit der Untersuchten (32 Patienten) einen harmonischen Gesamteindruck. An sechs Patienten, von denen fünf der Studiengruppe II angehörten, wurde die Schleimhautsituation als auffällig oder störend eingestuft [Tab. 41, Grafik 29].

Tabelle 38 - Breite der keratinisierten Schleimhaut

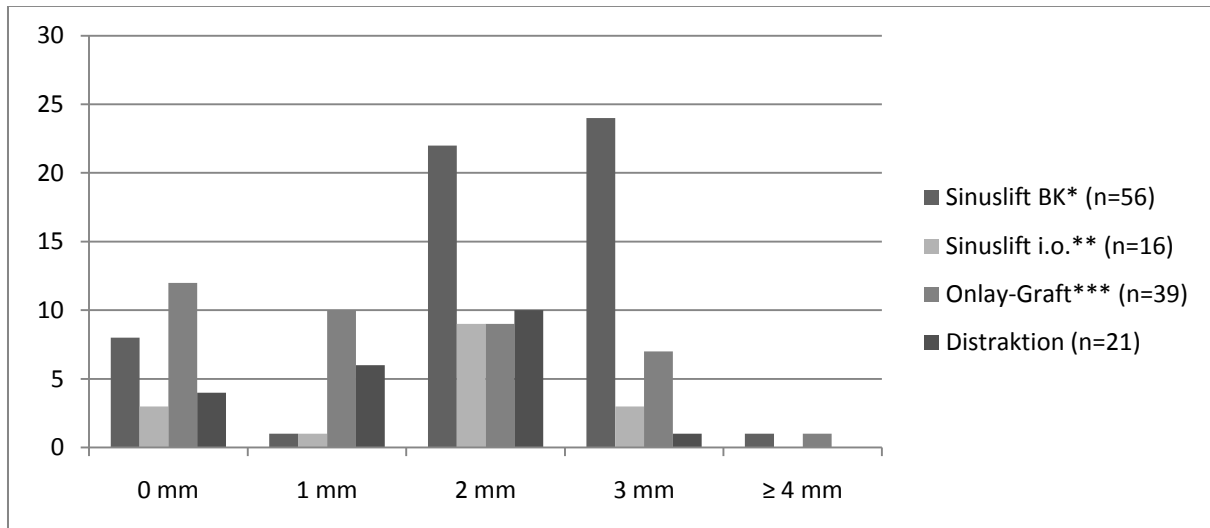
in Millimeter	n Implantate	0	1	2	3	≥ 4
Gesamtkollektiv	132	27	18	50	35	2
Studiengruppe I	72	11	2	31	35	1
<i>Sinuslift BK*</i>	56	8	1	22	24	1
<i>Sinuslift i.o.**</i>	16	3	1	9	3	0
Studiengruppe II	60	16	16	19	8	1
<i>Onlay-Graft***</i>	39	12	10	9	7	1
<i>Distraction</i>	21	4	6	10	1	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Grafik 26 - Breite der keratinisierten Schleimhaut



X-Achse = Breite der keratinisierten Schleimhaut in mm

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Tabelle 39 - Freiliegende Aufbau- oder Gewindeanteile

	<i>n Implantate</i>	<i>Metall gedeckt</i>	<i>Metall exponiert</i>
Gesamtkollektiv	132	82	50
Studiengruppe I	72	36	36
<i>Sinuslift BK*</i>	56	26	30
<i>Sinuslift i.o.**</i>	16	10	6
Studiengruppe II	60	36	24
<i>Onlay-Graft***</i>	39	21	18
<i>Distraction</i>	21	15	6

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 27 - Freiliegende Aufbau- oder Gewindeanteile



X-Achse = klinisch sichtbare Exposition von Aufbau- oder Gewindeanteilen

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 40 - Höhe der Interdentalpapille

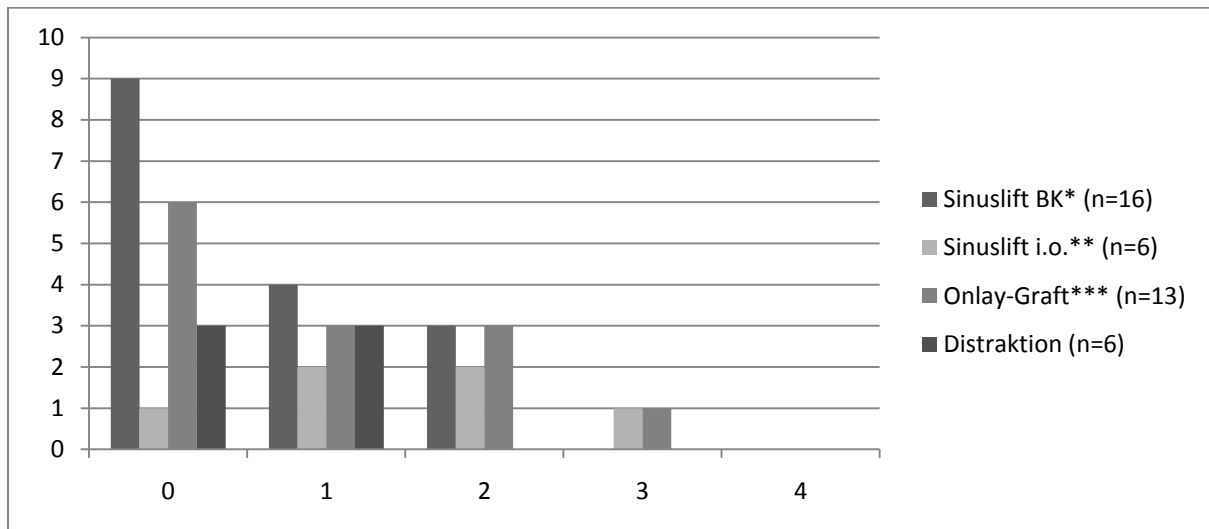
Papillenindex nach Jemt 1997, 328	n Patienten	0	1	2	3	4
Gesamtkollektiv	39	18	11	8	2	0
Studiengruppe I	22	10	6	5	1	0
Sinuslift BK*	16	9	4	3	0	0
Sinuslift i.o.**	6	1	2	2	1	0
Studiengruppe II	19	9	6	3	1	0
Onlay-Graft***	13	6	3	3	1	0
Distraction	6	3	3	0	0	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 28 - Höhe der Interdentalpapille



X-Achse = Grad der Papillenhöhe nach Jemt 1997, 328

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 41 - Subjektiver Gesamteindruck der periimplantären Schleimhautverhältnisse

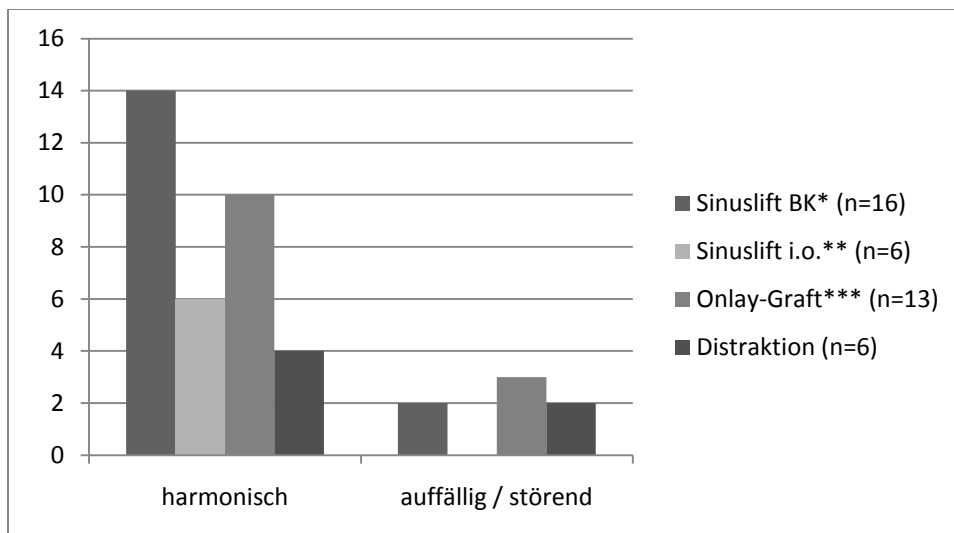
	<i>n</i> Patienten	<i>harmonisch</i>	<i>auffällig / störend</i>
Gesamtkollektiv	39	33	6
Studiengruppe I	22	20	2
<i>Sinuslift BK*</i>	16	14	2
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	6	0
Studiengruppe II	19	14	5
<i>Onlay-Graft***</i>	13	10	3
<i>Distraction</i>	6	4	2

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Grafik 29 - Subjektiver Gesamteindruck der periimplantären Schleimhautverhältnisse



X-Achse = klinische Beurteilung der periimplantären Schleimhautsituation

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

9.2.3. Radiologische Parameter

Die röntgenologischen Befunde wurden aus Orthopantomogrammen gewonnen, wie unter 8.4.2. beschrieben. Der mittlere Knochenabbau im Gesamtkollektiv lag bei $2,2 \pm 2,0$ mm mit einem kleinsten Messwert von 0 mm und einem Maximum von 10,3 mm. Die Mittelwerte für die einzelnen Untersuchungsgruppen lagen bei $1,8 \pm 1,5$ mm für Sinuslift, $3,0 \pm 2,8$ mm und damit am Höchsten für Auflagerungsosteoplastik sowie $2,1 \pm 1,2$ für Distractionsosteogenese [Tab. 42, Grafik 30].

Steile vertikale Knocheneinbrüche entlang des Implantatkörpers stellten sich an 13 Implantaten, vor allem nach Beckenkammaugmentation dar [Tab. 43, Grafik 31]. In einem Fall konnte eine Konturunterbrechung im Sinne einer Implantatfraktur im Röntgenbild festgestellt werden. Sechs Implantate, davon fünf aus Studiengruppe II, wiesen einen Knochenverlust von mehr als ihrer halben Länge auf [Tab. 44, Grafik 32].

Tabelle 42 - Röntgenologischer Knochenverlust

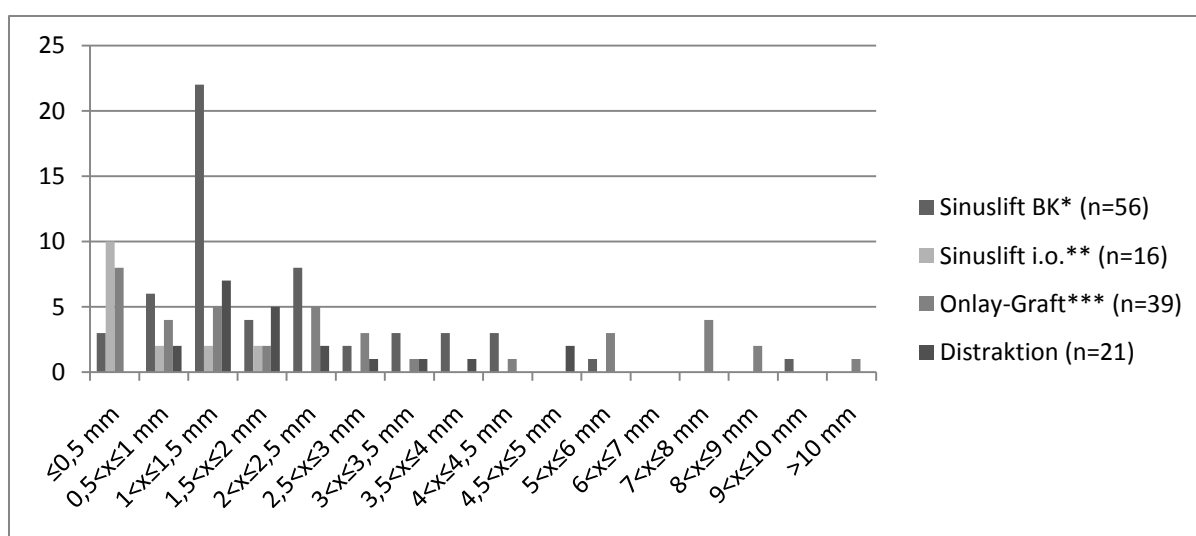
in Millimeter	n Implantate	min	max	Mittelwert	±Standardabweichung
Gesamtkollektiv	132	0	10,3	2,2	±2,0
Studiengruppe I	72	0	9,6	1,8	±1,5
Sinuslift BK*	56	0,5	9,6	2,1	±1,5
Sinuslift i.o.**	16	0	1,7	0,7	±0,6
Studiengruppe II	60	0,2	10,3	2,7	±2,4
Onlay-Graft***	39	0,2	10,3	3,0	±2,8
Distraction	21	0,8	5,0	2,1	±1,2

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 30 - Röntgenologischer Knochenverlust



X-Achse = röntgenologisch messbarer Knochenverlust in mm

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 43 - Vertikale Knochendefekte

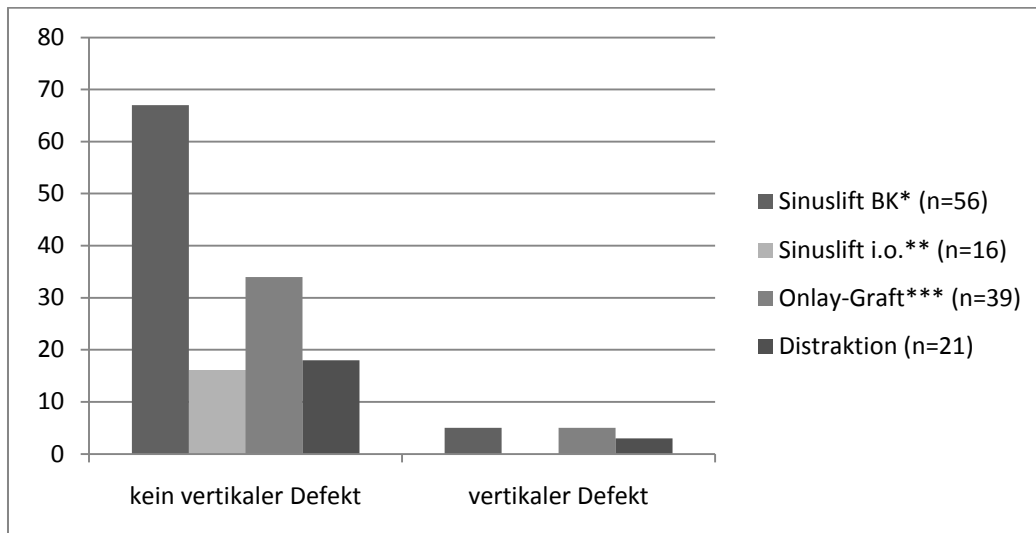
	<i>n Implantate</i>	<i>horizontaler Knochenverlauf</i>	<i>vertikaler Knochendefekt</i>
Gesamtkollektiv	132	119	13
Studiengruppe I	72	67	5
<i>Sinuslift BK*</i>	56	51	5
<i>Sinuslift i.o.**</i>	16	16	0
Studiengruppe II	60	52	8
<i>Onlay-Graft***</i>	39	34	5
<i>Distraktion</i>	21	18	3

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 31 - Vertikale Knochendefekte



X-Achse = röntgenologisch feststellbarer Knochenverlauf

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 44 - Röntgenologischer Knochenverlust im Verhältnis zur Implantatlänge

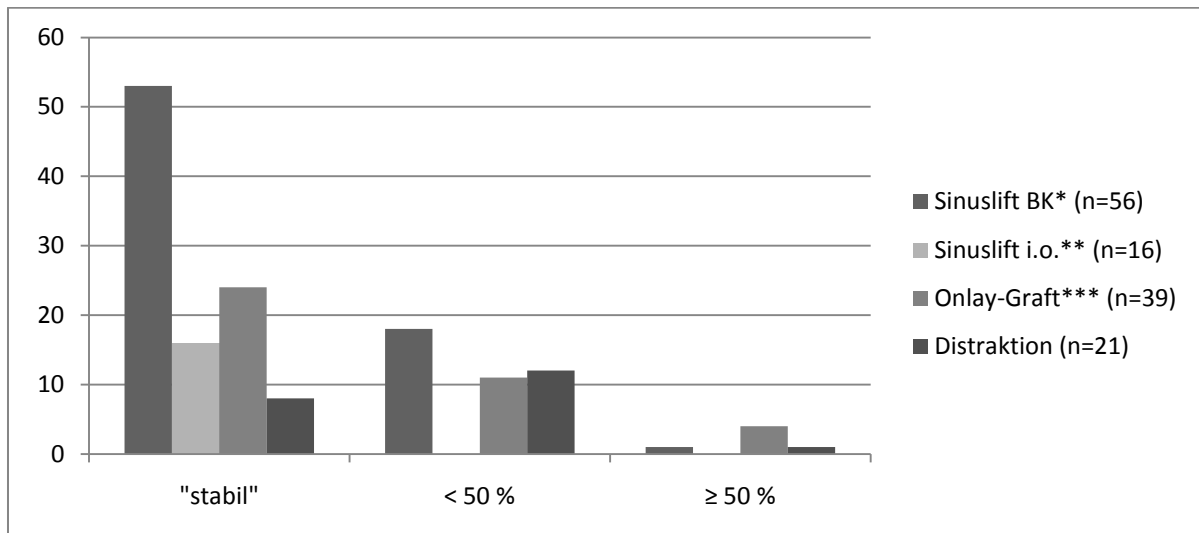
Knochenverlust	n Implantate	„stabile“ Knochenhöhe	Abbau < ½ Implantatlänge	Abbau ≥ ½ Implantatlänge
Gesamtkollektiv	132	85	41	6
Studiengruppe I	72	53	18	1
Sinuslift BK*	56	37	18	1
Sinuslift i.o.**	16	16	0	0
Studiengruppe II	60	32	23	5
Onlay-Graft***	39	24	11	4
Distraction	21	8	12	1

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 32 - Röntgenologischer Knochenverlust im Verhältnis zur Implantatlänge



X-Achse = röntgenologisch feststellbarer Knochenverlust im Verhältnis zur Implantatlänge

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.2.4. Bewertung der Implantatgesundheit nach klinischen und radiologischen Parametern

Für eine Bewertung der Implantatgesundheit aus den erhobenen klinischen und radiologischen Parametern erfolgte die Klassifikation der 132 in situ nachuntersuchten Implantate in ein vierstufiges Schema.

Klinisch ist ein gelöster Osseointegrationsverbund durch Auftreten einer Implantatmobilität charakterisiert [Esposito 1998a, 531; Isidor 1998, 377]. Aus diesem Grund kann ein klinisch gelockertes Implantat als „failed implant“ angesehen werden [Esposito 1999a, 475]. In der vorliegenden Untersuchung wurden auch Implantate mit dumpfem Klopfschallbefund dieser Gruppe zugeordnet.

Der pathologische Prozess bis zum Implantatverlust verläuft jedoch schrittweise [Isidor 1998, 377]. So wurde ein klinisch stabiles Implantat mit fortschreitendem Verlust der knöchernen Verankerung als „failing implant“ bezeichnet [Esposito 1999a, 475].

„Ailing implant“ ist ein weiterer Begriff zur Beschreibung der Implantatgesundheit, der vor allem in der nordamerikanischen Literatur gebräuchlich ist. In der vorliegenden Studie wurden Implantate entsprechend der Definition von KRAUSER [Krauser 1989, 880ff] als „ailing“ beschrieben, wenn entzündliche Veränderungen der periimplantären Mukosa ohne Beteiligung des Kieferknochens vorlagen.

Entscheidungskriterien zur Differenzierung zwischen einem gesunden („healthy“) und einem erkrankten („ailing“) Implantat waren Sondierungswerte ≥ 5 mm, Suppuration sowie ein Sondierungsblutungswert Grad III nach MOMBELLI [Mombelli 1994, 84; Behneke 2004, 319ff].

Basierend auf diesen Kriterien konnte 73 von 132 Implantaten (55,3%) der Status „healthy“ zugeteilt werden. Elf Implantate mussten als „ailing“ (8,3%), 39 als „failing“ (29,5%) und neun als „failed“ (6,8%) eingestuft werden. Den signifikant niedrigsten Prozentsatz an gesunden („healthy“) Implantaten zeigte die Gruppe „Onlay-Graft“ [Tab. 45, Grafik 33].

Tabelle 45 - Bewertung der Implantatgesundheit aus klinischen und radiologischen Parametern

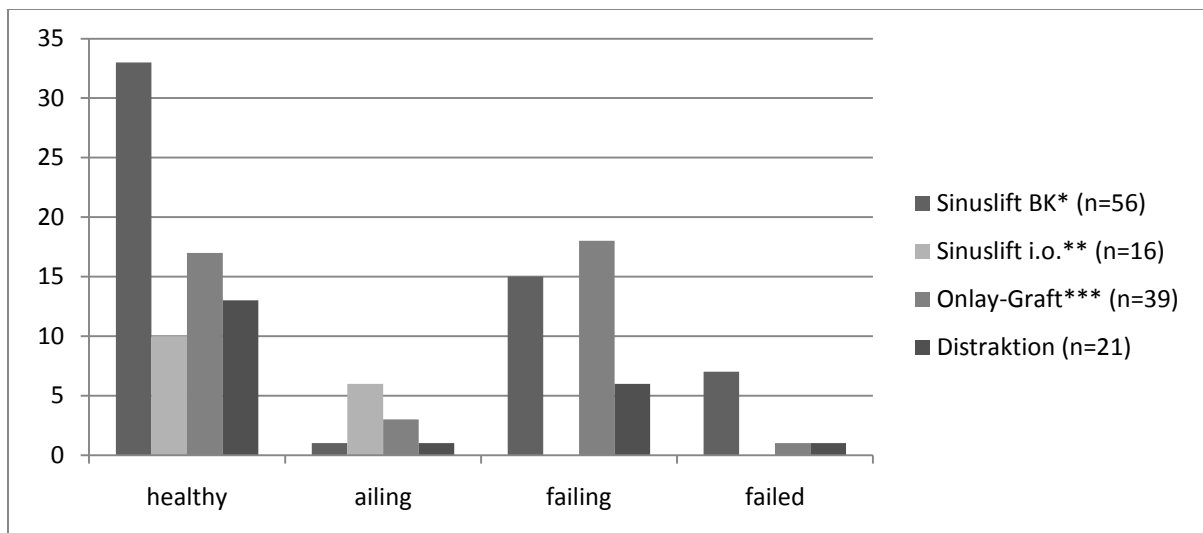
	<i>n Implantate</i>	<i>healthy</i>	<i>ailing</i>	<i>failing</i>	<i>failed</i>
Gesamtkollektiv	132	73 (55,3%)	11 (8,3%)	39 (29,5%)	9 (6,8%)
Studiengruppe I	72	43 (59,7%)	7 (9,7%)	15 (20,8%)	7 (9,7%)
<i>Sinuslift BK*</i>	56	33 (58,9%)	1 (1,8%)	15 (26,8%)	7 (12,5%)
<i>Sinuslift i.o.**</i>	16	10 (62,5%)	6 (37,5%)	0 (0%)	0 (0%)
Studiengruppe II	60	30 (50,0%)	4 (6,7%)	24 (40%)	2 (3,3%)
<i>Onlay-Graft***</i>	39	17 (43,6%)	3 (7,7%)	18 (46,1%)	1 (2,6%)
<i>Distraction</i>	21	13 (61,9%)	1 (4,8%)	6 (28,5%)	1 (4,8%)

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Grafik 33 - Bewertung der Implantatgesundheit aus klinischen und radiologischen Parametern



X-Achse = abgestufte Bewertung der Implantatgesundheit

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

9.3. Mundhygienegewohnheiten

Auf die Frage nach Regelmäßigkeit und Umfang ihrer häuslichen Mundhygienemaßnahmen gaben 36 Patienten an, ihre Zähne und ihren Zahnersatz zweimal täglich zu reinigen. Drei Patienten gaben an, dies einmal am Tag zu erledigen [Tab. 46, Grafik 34]. Acht Patienten gaben an zusätzlich täglich eine Interdentalreinigung mit Zahnseide, Zwischenzahnbürstchen oder anderen Hilfsmitteln durchzuführen. Sechs Patienten erklärten die Zwischenzahnpflege mehrmals in der Woche vorzunehmen. Eine unregelmäßige Anwendung beschrieben zehn Patienten und ein vollständiger Verzicht auf interdental Zahnpflege wurde an 15 Patienten festgestellt [Tab. 47, Grafik 35].

26 Patienten wussten, dass ihre Implantate regelmäßig nachuntersucht und bei Bedarf professionell gereinigt werden sollten. 13 Patienten verneinten über dieses Thema aufgeklärt worden zu sein [Tab. 48, Grafik 36]. Der Begriff „professionelle Individualprophylaxe“ war 24 von 39 Befragten unbekannt [Tab. 49, Grafik 37]. Ein Termin zur Implantatnachsorge beim Zahnarzt oder in der Klinik sei von 13 Patienten zweimal oder häufiger im Jahr, von zehn Patienten einmal im Jahr, von sechs Patienten unregelmäßig und von zehn Patienten nie wahrgenommen worden [Tab. 50, Grafik 38].

22 Patienten erklärten, ihre häusliche Mundhygiene mit einer klassischen Handzahnbürste durchzuführen. 17 Befragte gaben an eine elektrische Zahnbürste zu besitzen, zwei davon eine sogenannte Schallzahnbürste (Sonicare®Elite, Philips Deutschland GmbH, Hamburg) [Tab. 51, Grafik 39].

Hinsichtlich der Mundhygienegewohnheiten konnten keine bedeutsamen Abweichungen zwischen den Untersuchungsgruppen festgestellt werden.

Tabelle 46 - Häusliche Zahnpflege

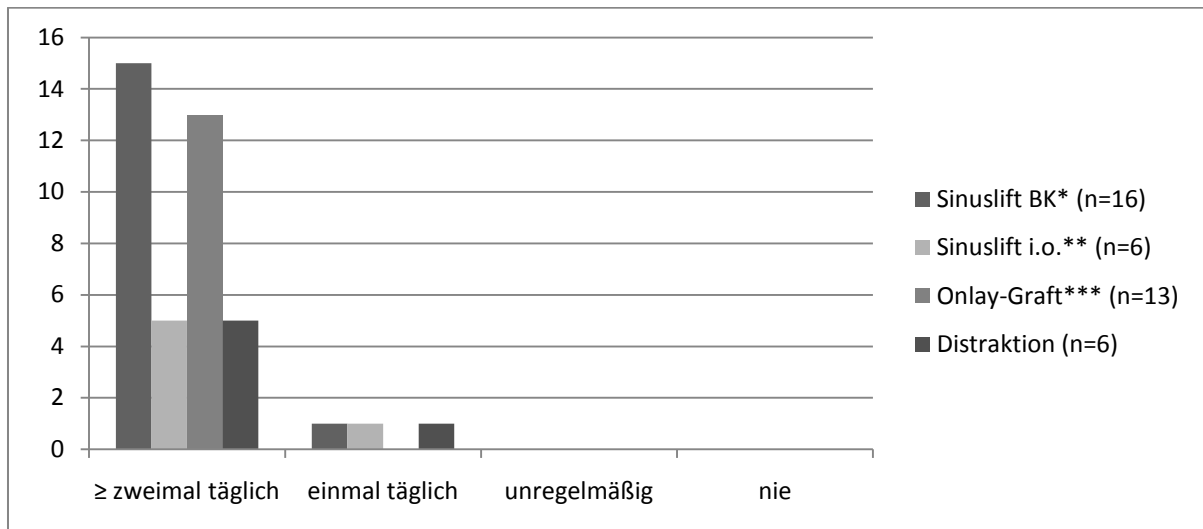
	<i>n</i> Patienten	≥ zweimal täglich	einmal täglich	unregelmäßig	nie
Gesamtkollektiv	39	36	3	0	0
Studiengruppe I	22	20	2	0	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	15	1	0	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	5	1	0	0
Studiengruppe II	19	18	1	0	0
<i>Onlay-Graft***</i>	13	13	0	0	0
<i>Distraction</i>	6	5	1	0	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 34 - Häusliche Zahnpflege



X-Achse = Häufigkeit der häuslichen Mundhygienemaßnahmen

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 47 - Interdentalhygiene

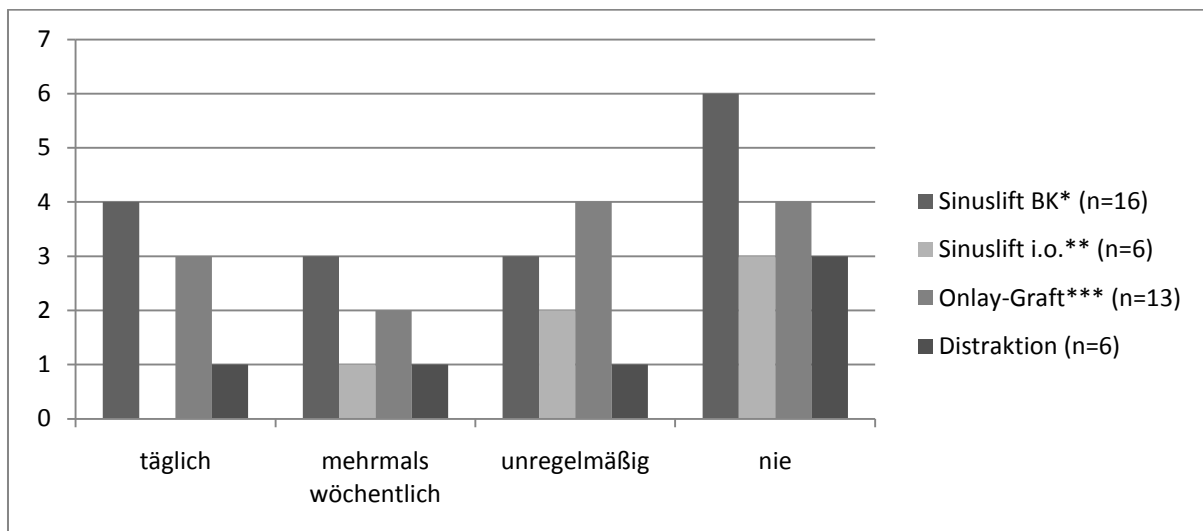
	<i>n</i> Patienten	täglich	mehrmals wöchentlich	unregelmäßig	nie
Gesamtkollektiv	39	8	6	10	15
Studiengruppe I	22	4	4	5	9
<i>Sinuslift BK*</i>	16	4	3	3	6
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	0	1	2	3
Studiengruppe II	19	4	3	5	7
<i>Onlay-Graft***</i>	13	3	2	4	4
<i>Distraction</i>	6	1	1	1	3

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 35 - Interdentalhygiene



X-Achse = Häufigkeit der häuslichen Interdentalhygiene

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 48 - Wurden Sie über die Notwendigkeit einer regelmäßigen Implantatnachsorge aufgeklärt?

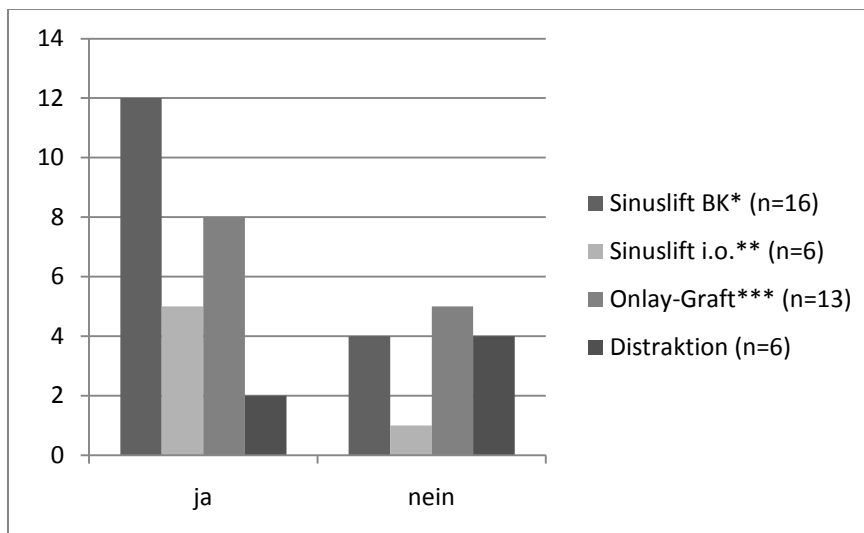
	<i>n Patienten</i>	<i>ja</i>	<i>nein</i>
Gesamtkollektiv	39	26	13
Studiengruppe I	22	17	5
<i>Sinuslift BK*</i>	16	12	4
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	5	1
Studiengruppe II	19	10	9
<i>Onlay-Graft***</i>	13	8	5
<i>Distraction</i>	6	2	4

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 36 - Wurden Sie über die Notwendigkeit einer regelmäßigen Implantatnachsorge aufgeklärt?



X-Achse = Aufklärung über Implantatnachsorge

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 49 - Kennen Sie den Begriff „professionelle Individualprophylaxe“?

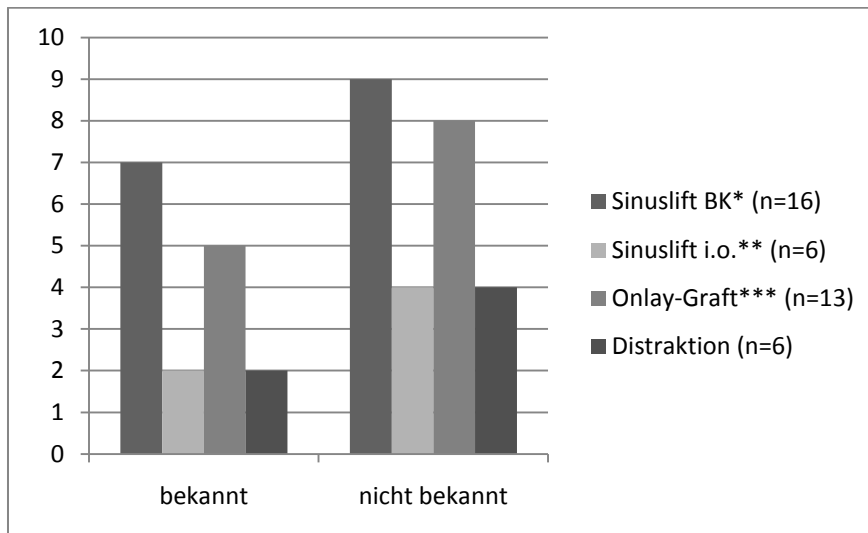
	<i>n Patienten</i>	<i>bekannt</i>	<i>nicht bekannt</i>
Gesamtkollektiv	39	15	24
Studiengruppe I	22	9	13
<i>Sinuslift BK*</i>	16	7	9
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	2	4
Studiengruppe II	19	7	12
<i>Onlay-Graft***</i>	13	5	8
<i>Distraction</i>	6	2	4

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 37 - Kennen Sie den Begriff „professionelle Individualprophylaxe“?



X-Achse = Bekanntheitsgrad des Begriffes „professionelle Individualprophylaxe“

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 50 - Wie häufig nehmen Sie Termine zur professionellen Implantatnachsorge wahr?

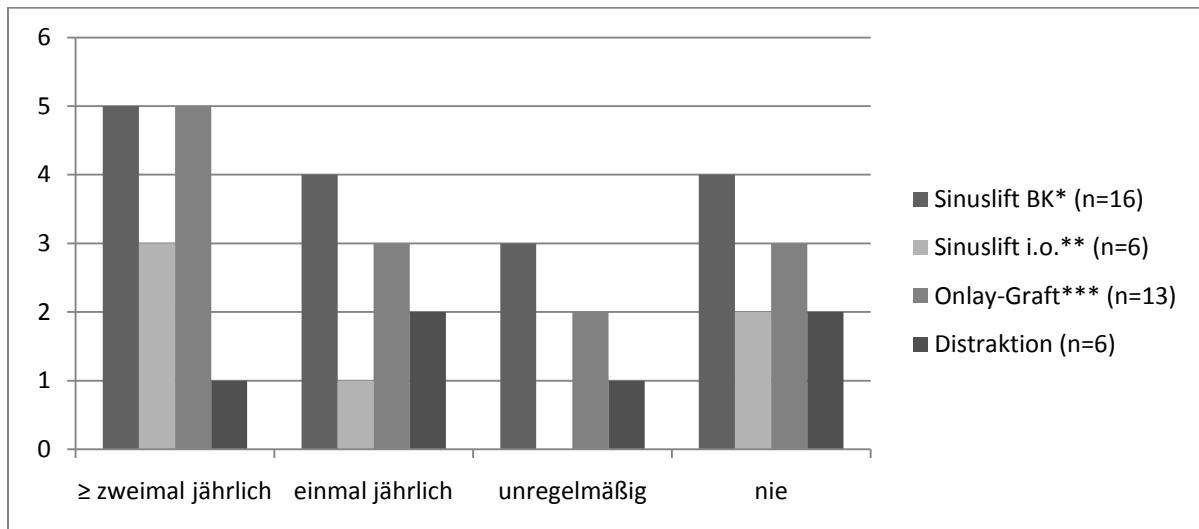
	<i>n Patienten</i>	<i>≥ zweimal jährlich</i>	<i>einmal jährlich</i>	<i>unregelmäßig</i>	<i>nie</i>
Gesamtkollektiv	39	13	10	6	10
Studiengruppe I	22	8	5	3	6
<i>Sinuslift BK*</i>	16	5	4	3	4
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	3	1	0	2
Studiengruppe II	19	6	5	3	5
<i>Onlay-Graft***</i>	13	5	3	2	3
<i>Distraction</i>	6	1	2	1	2

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 38 - Wie häufig nehmen Sie Termine zur professionellen Implantatnachsorge wahr?



X-Achse = Häufigkeit der professionellen Implantatnachsorge

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 51 - Verwendung einer elektrischen Zahnbürste

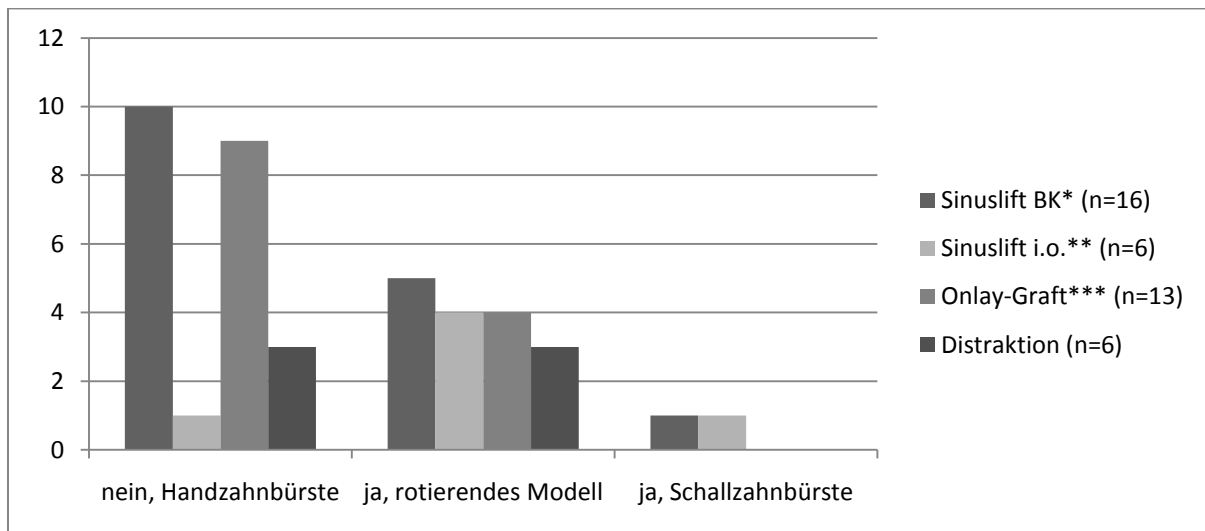
	<i>n Patienten</i>	<i>nein, Handzahnbürste</i>	<i>ja, rotierendes Modell</i>	<i>ja, Schallzahnbürste</i>
Gesamtkollektiv	39	22	15	2
Studiengruppe I	22	11	9	2
<i>Sinuslift BK*</i>	16	10	5	1
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	1	4	1
Studiengruppe II	19	12	7	0
<i>Onlay-Graft***</i>	13	9	4	0
<i>Distraction</i>	6	3	3	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 39 - Verwendung einer elektrischen Zahnbürste



X-Achse = Verwendung einer elektrischen Zahnbürste

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.4. Patientenzufriedenheit

Die subjektive Belastbarkeit ihrer Implantate im Alltag bewerteten 31 Patienten als uneingeschränkt. Acht Patienten gaben eine eingeschränkte Belastbarkeit an [Tab. 52, Grafik 40]. Ein Gefühl der Akzeptanz ihrer Implantate als eigene Zähne hatten 35 Patienten. Drei Patienten sahen Implantate als „notwendiges Übel“ und ein Patient beschrieb ein Fremdkörpergefühl sowie eine starke Abneigung gegen die künstlichen Pfeiler [Tab. 53, Grafik 41].

Hinsichtlich der Funktionalität bei der Nahrungsaufnahme gaben 30 Patienten keinerlei Einschränkung an. Neun Patienten erklärten bis auf wenige Ausnahmen fast Alles essen zu können [Tab. 54, Grafik 42].

Eine Veränderung ihres Gesichtsprofils im Zusammenhang mit den augmentativen und implantologischen Eingriffen hatten 16 Patienten bemerkt. Diese Veränderung wurde von sechs Patienten als positiv, von vier Patienten als negativ und von weiteren sechs Patienten als indifferent bezeichnet. Ort der Profilveränderung waren Mundwinkel (n=2), Oberlippe (n=8), Unterlippe (n=1), Wangen (n=4) oder Kinn (n=1) [Tab. 55 u. 56, Grafik 43 u. 44].

Eine Bewertung der ästhetischen Qualität der Implantatversorgung mit Schulnoten von 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend) ergab eine Durchschnittsnote von 1,92. Die Note 4 wurde von drei Befragten vergeben. Ein Patient bezeichnete die ästhetische Wirkung seines Zahnersatzes als mangelhaft (Note 5) [Tab. 57 u. 58, Grafik 45]. Eine Einschätzung der Zufriedenheit mit der Implantatversorgung insgesamt nach demselben Modus ergab einen Notendurchschnitt von 1,90. Zwei Patienten benannten ihren Gesamteindruck als ausreichend (Note 4) [Tab. 59 u. 60, Grafik 46]. Hinsichtlich Ästhetik wie auch zur Gesamtzufriedenheit vergaben die Patienten aus Studiengruppe I im Durchschnitt die deutlich besseren Noten.

Ihre Erwartungen an das Behandlungsergebnis sahen 22 Patienten als vollständig erfüllt an. 13 Patienten bewerteten das Ergebnis sogar besser als gedacht, weitere vier Befragte jedoch schlechter als erhofft [Tab. 61, Grafik 47]. Den Behandlungsaufwand bis zum endgültigen Ergebnis hielten 26 Patienten für angemessen, acht Patienten für bedingt angemessen und fünf Patienten für zu hoch [Tab. 62, Grafik 48]. Die Bewertung des Kostenaufwandes ist selbstverständlich abhängig von der Höhe des Eigenanteiles des Patienten an der Gesamtrechnung. Unabhängig davon bezeichneten 28 Befragte die Gesamtkosten als angemessen. Zehn Patienten erschien die Rechnung zu teuer, einem anderen Patienten dagegen als „günstig“ [Tab. 63, Grafik 49].

33 Patienten würden die gleiche oder auch eine ähnliche Behandlung wenn nötig wieder durchführen lassen [Tab. 64, Grafik 50]. Implantate als Basis eines Zahnersatzes würden 38 von 39 Patienten weiterempfehlen [Tab. 65, Grafik 51].

Tabelle 52 - Funktionelle Belastbarkeit

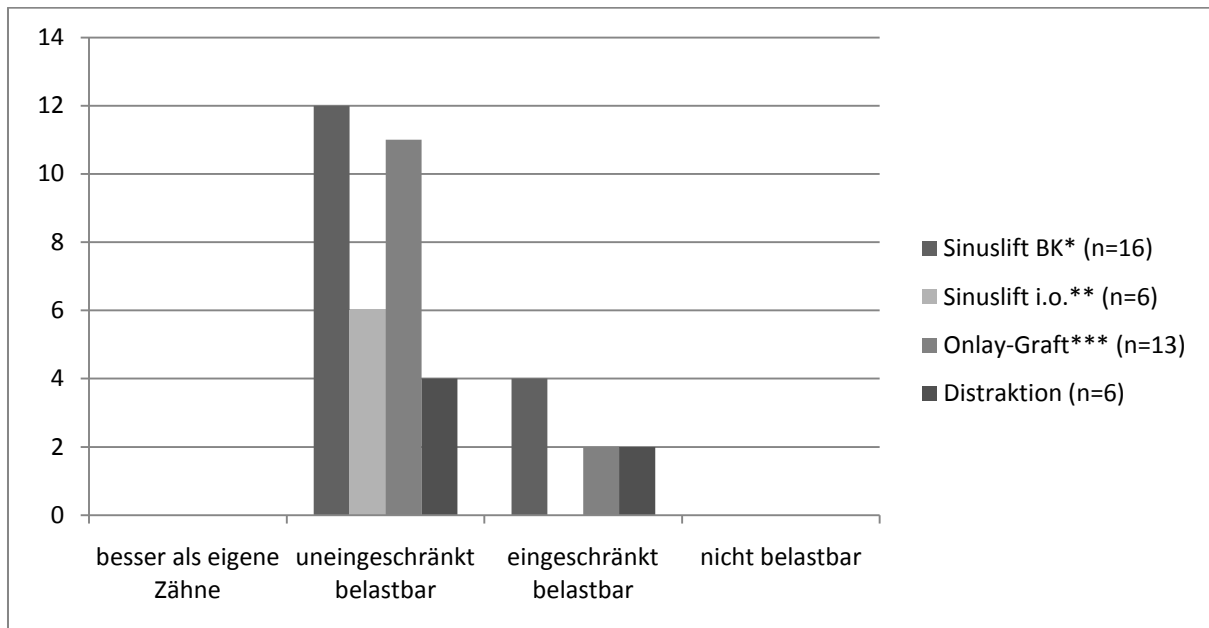
	<i>n</i> <i>Patienten</i>	<i>besser als</i> <i>eigene Zähne</i>	<i>uneingeschränkt</i> <i>belastbar</i>	<i>eingeschränkt</i> <i>belastbar</i>	<i>nicht</i> <i>belastbar</i>
Gesamtkollektiv	39	0	31	8	0
Studiengruppe I	22	0	18	4	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	0	12	4	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	0	6	0	0
Studiengruppe II	19	0	15	4	0
<i>Onlay-Graft***</i>	13	0	11	2	0
<i>Distraction</i>	6	0	4	2	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 40 - Funktionelle Belastbarkeit



X-Achse = subjektiv empfundene Belastbarkeit der Implantate

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 53 - Akzeptanz der Implantate

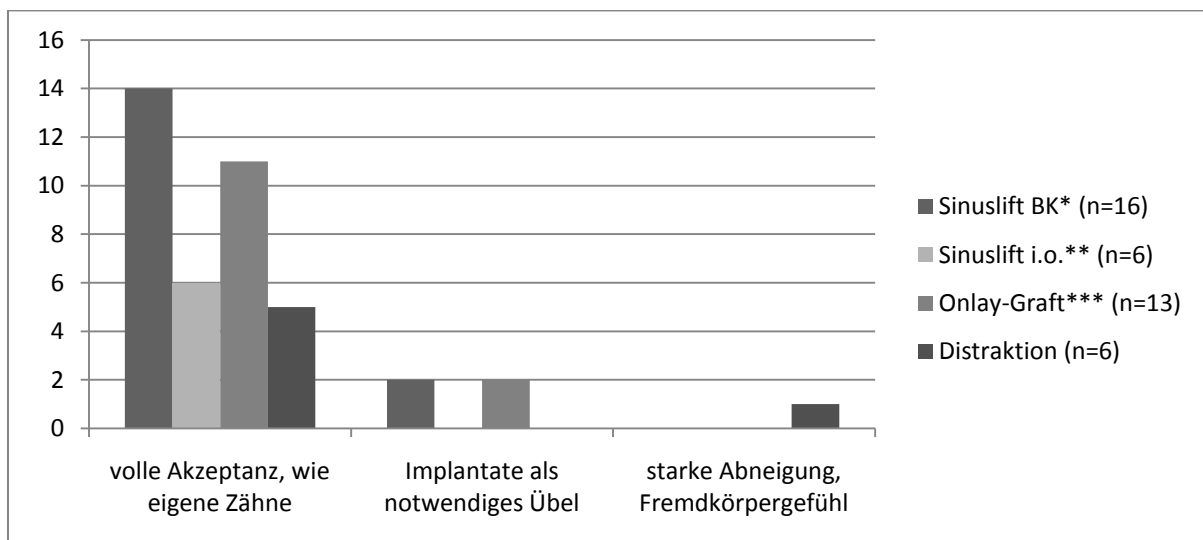
	<i>n</i> Patienten	volle Akzeptanz, wie eigene Zähne	Implantate als notwendiges Übel	starke Abneigung, Fremdkörpergefühl
Gesamtkollektiv	39	35	3	1
Studiengruppe I	22	20	2	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	14	2	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	6	0	0
Studiengruppe II	19	16	2	1
<i>Onlay-Graft***</i>	13	11	2	0
<i>Distraction</i>	6	5	0	1

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 41 - Akzeptanz der Implantate



X-Achse = subjektiv empfundene Akzeptanz der Implantate

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 54 - Kaufunktion und Nahrungsaufnahme

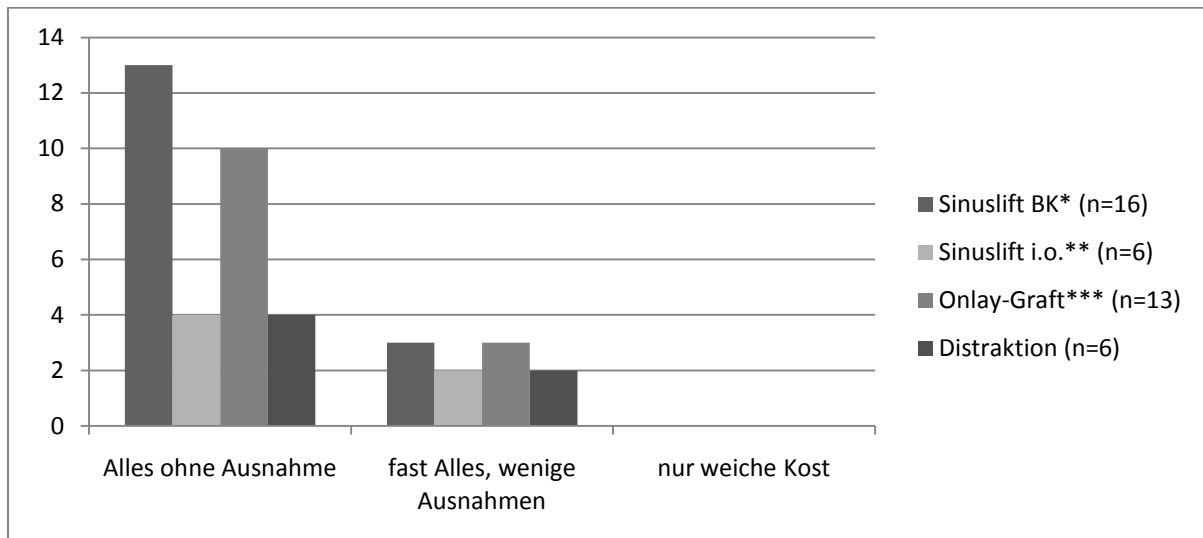
	<i>n Patienten</i>	<i>Alles ohne Ausnahme</i>	<i>fast Alles, wenige Ausnahmen</i>	<i>nur weiche Kost</i>
Gesamtkollektiv	39	30	9	0
Studiengruppe I	22	17	5	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	13	3	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	4	2	0
Studiengruppe II	19	14	5	0
<i>Onlay-Graft***</i>	13	10	3	0
<i>Distraction</i>	6	4	2	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 42 - Kaufunktion und Nahrungsaufnahme



X-Achse = Fähigkeit zur Nahrungsaufnahme

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 55 - Haben Sie eine Veränderung Ihres Gesichtsprofils bemerkt?

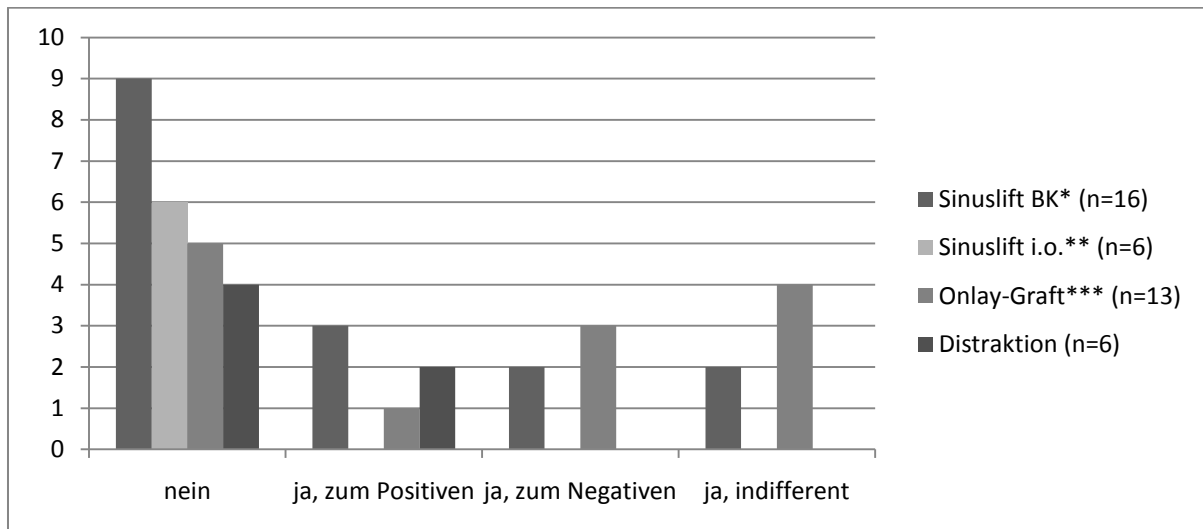
	<i>n Patienten</i>	<i>nein</i>	<i>ja, zum Positiven</i>	<i>ja, zum Negativen</i>	<i>ja, indifferent</i>
Gesamtkollektiv	39	23	6	4	6
Studiengruppe I	22	15	3	2	2
<i>Sinuslift BK*</i>	16	9	3	2	2
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	6	0	0	0
Studiengruppe II	19	9	3	3	4
<i>Onlay-Graft***</i>	13	5	1	3	4
<i>Distraction</i>	6	4	2	0	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Grafik 43 - Haben Sie eine Veränderung Ihres Gesichtsprofils bemerkt?



X-Achse = Veränderung des Gesichtsprofils

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Tabelle 56 - Region der Profilveränderung

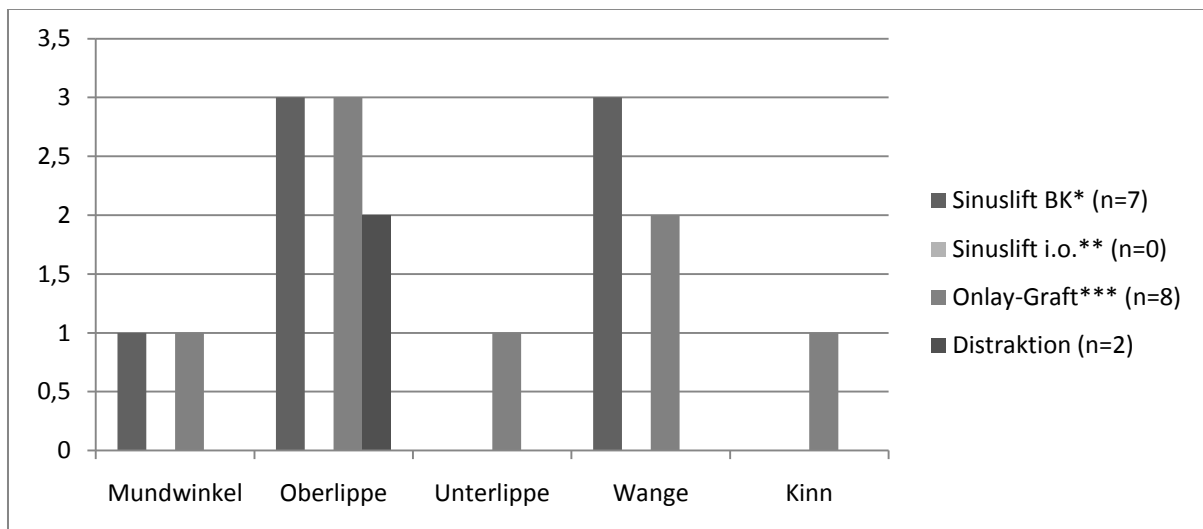
	<i>n</i> Patienten	Mundwinkel	Oberlippe	Unterlippe	Wange	Kinn
Gesamtkollektiv	16	2	8	1	4	1
Studiengruppe I	7	1	3	0	3	0
<i>Sinuslift BK*</i>	7	1	3	0	3	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	0	0	0	0	0	0
Studiengruppe II	10	1	5	1	2	1
<i>Onlay-Graft***</i>	8	1	3	1	2	1
<i>Distraction</i>	2	0	2	0	0	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Grafik 44 - Region der Profilveränderung



X-Achse = Region der Profilveränderung

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Tabelle 57 – Bewertung Ästhetischer Eindruck

<i>Schulnoten</i>	<i>n Patienten</i>	<i>Beste Note</i>	<i>Schlechteste Note</i>	<i>Notendurchschnitt</i>
Gesamtkollektiv	39	1 (sehr gut)	5 (mangelhaft)	1,92
Studiengruppe I	22	1 (sehr gut)	3 (befriedigend)	1,52
<i>Sinuslift BK*</i>	16	1 (sehr gut)	3 (befriedigend)	1,67
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	1 (sehr gut)	2 (gut)	1,17
Studiengruppe II	19	1 (sehr gut)	5 (mangelhaft)	2,32
<i>Onlay-Graft***</i>	13	1 (sehr gut)	4 (ausreichend)	2,08
<i>Distraction</i>	6	1 (sehr gut)	5 (mangelhaft)	2,83

Note 1 = sehr gut

Note 2 = gut

Note 3 = befriedigend

Note 4 = ausreichend

Note 5 = mangelhaft

Note 6 = ungenügend

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 58 - Notenspiegel Ästhetischer Eindruck

<i>Notenspiegel</i>	<i>n Patienten</i>	<i>Note 1</i>	<i>Note 2</i>	<i>Note 3</i>	<i>Note 4</i>	<i>Note 5</i>	<i>Note 6</i>
Gesamtkollektiv	39	17	13	5	3	1	0
Studiengruppe I	22	12	8	2	0	0	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	7	7	2	0	0	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	5	1	0	0	0	0
Studiengruppe II	19	6	6	3	3	1	0
<i>Onlay-Graft***</i>	13	5	4	2	2	0	0
<i>Distraction</i>	6	1	2	1	1	1	0

Note 1 = sehr gut

Note 2 = gut

Note 3 = befriedigend

Note 4 = ausreichend

Note 5 = mangelhaft

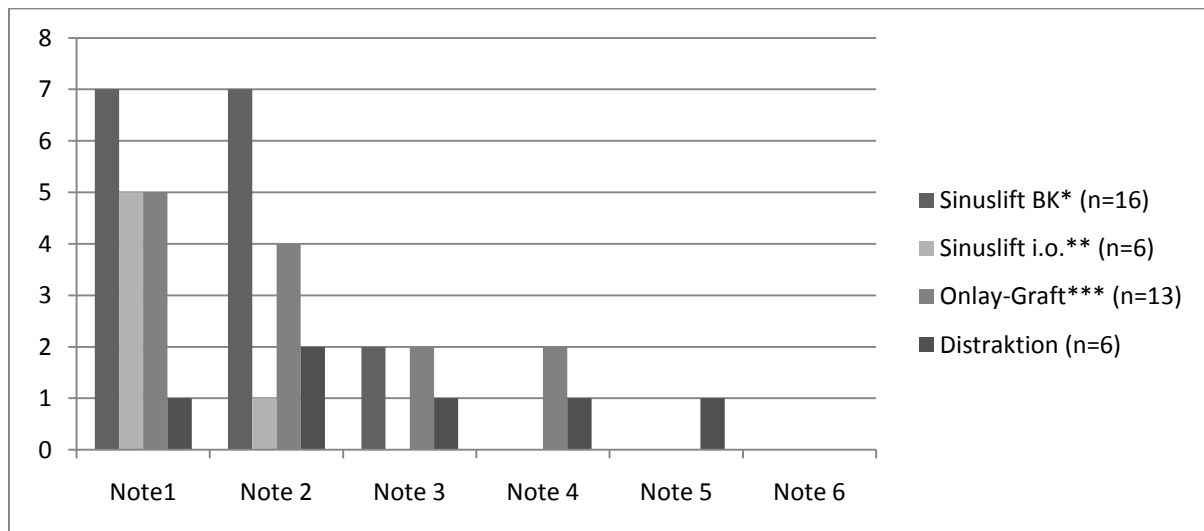
Note 6 = ungenügend

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 45 - Notenspiegel Ästhetischer Eindruck



X-Achse = Ästhetischer Eindruck in Schulnoten

Y-Achse = n Patienten

Note 1 = sehr gut

Note 2 = gut

Note 3 = befriedigend

Note 4 = ausreichend

Note 5 = mangelhaft

Note 6 = ungenügend

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 59 – Bewertung Zufriedenheit gesamt

Schulnoten	n Patienten	Beste Note	Schlechteste Note	Notendurchschnitt
Gesamtkollektiv	39	1 (sehr gut)	4 (ausreichend)	1,90
Studiengruppe I	22	1 (sehr gut)	3 (befriedigend)	1,62
Sinuslift BK*	16	1 (sehr gut)	3 (befriedigend)	1,73
Sinuslift i.o.**	6	1 (sehr gut)	2 (gut)	1,33
Studiengruppe II	19	1 (sehr gut)	4 (ausreichend)	2,26
Onlay-Graft***	13	1 (sehr gut)	3 (befriedigend)	2,15
Distraction	6	1 (sehr gut)	4 (ausreichend)	2,50

Note 1 = sehr gut

Note 2 = gut

Note 3 = befriedigend

Note 4 = ausreichend

Note 5 = mangelhaft

Note 6 = ungenügend

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 60 - Notenspiegel Zufriedenheit gesamt

Notenspiegel	n Patienten	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5	Note 6
Gesamtkollektiv	39	14	17	6	2	0	0
Studiengruppe I	22	10	10	2	0	0	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	6	8	2	0	0	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	4	2	0	0	0	0
Studiengruppe II	19	4	8	5	2	0	0
<i>Onlay-Graft***</i>	13	3	5	5	0	0	0
<i>Distraction</i>	6	1	3	0	2	0	0

Note 1 = sehr gut

Note 2 = gut

Note 3 = befriedigend

Note 4 = ausreichend

Note 5 = mangelhaft

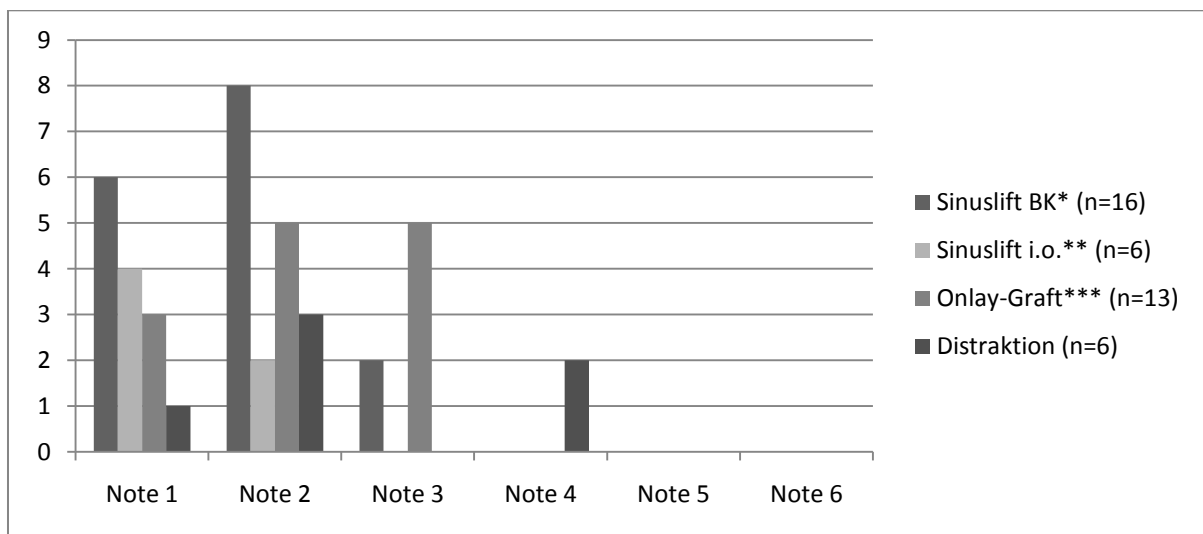
Note 6 = ungenügend

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 46 - Notenspiegel Zufriedenheit gesamt



X-Achse = Zufriedenheit gesamt in Schulnoten

Y-Achse = n Patienten

Note 1 = sehr gut

Note 2 = gut

Note 3 = befriedigend

Note 4 = ausreichend

Note 5 = mangelhaft

Note 6 = ungenügend

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 61 - Erwartungen an das Behandlungsergebnis

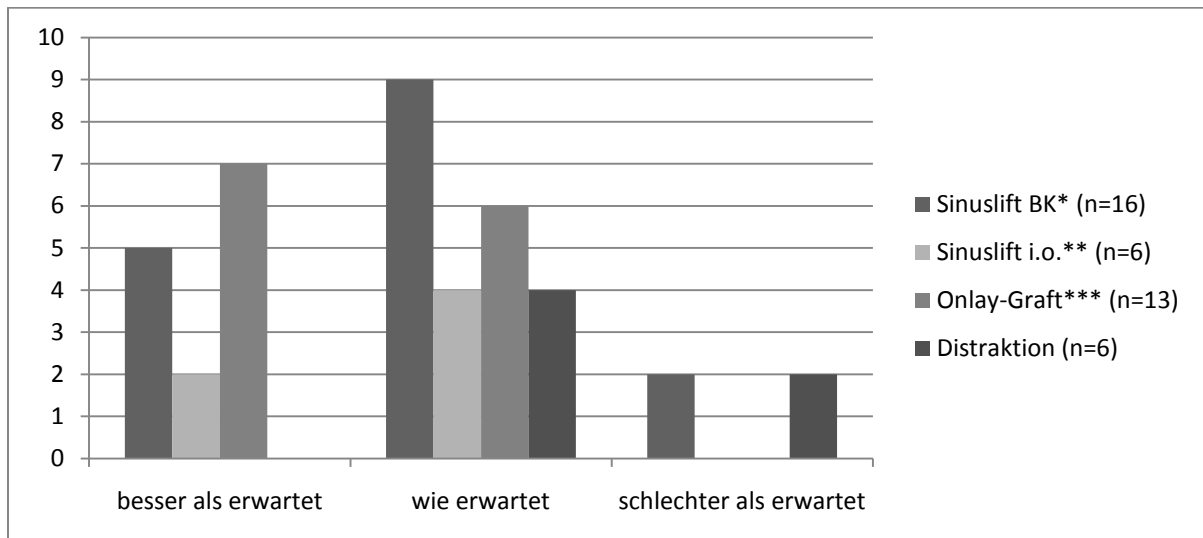
	<i>n Patienten</i>	<i>besser als erwartet</i>	<i>wie erwartet</i>	<i>schlechter als erwartet</i>
Gesamtkollektiv	39	13	22	4
Studiengruppe I	22	7	13	2
<i>Sinuslift BK*</i>	16	5	9	2
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	2	4	0
Studiengruppe II	19	7	10	2
<i>Onlay-Graft***</i>	13	7	6	0
<i>Distraction</i>	6	0	4	2

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 47 - Erwartungen an das Behandlungsergebnis



X-Achse = Erfüllung der Erwartung an das Behandlungsergebnis

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 62 - Behandlungsaufwand bis zur abschließenden Versorgung

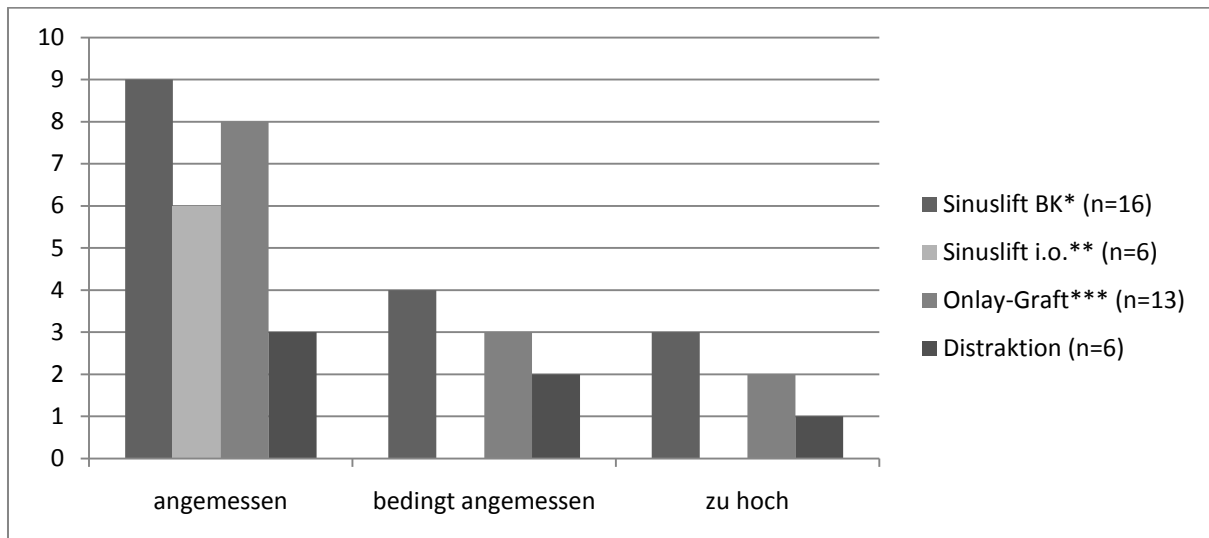
	<i>n Patienten</i>	<i>angemessen</i>	<i>bedingt angemessen</i>	<i>zu hoch</i>
Gesamtkollektiv	39	26	8	5
Studiengruppe I	22	15	4	3
<i>Sinuslift BK*</i>	16	9	4	3
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	6	0	0
Studiengruppe II	19	11	5	3
<i>Onlay-Graft***</i>	13	8	3	2
<i>Distraction</i>	6	3	2	1

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 48 - Behandlungsaufwand bis zur abschließenden Versorgung



X-Achse = Bewertung des Behandlungsaufwandes

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 63 - Behandlungskosten bis zur abschließenden Versorgung

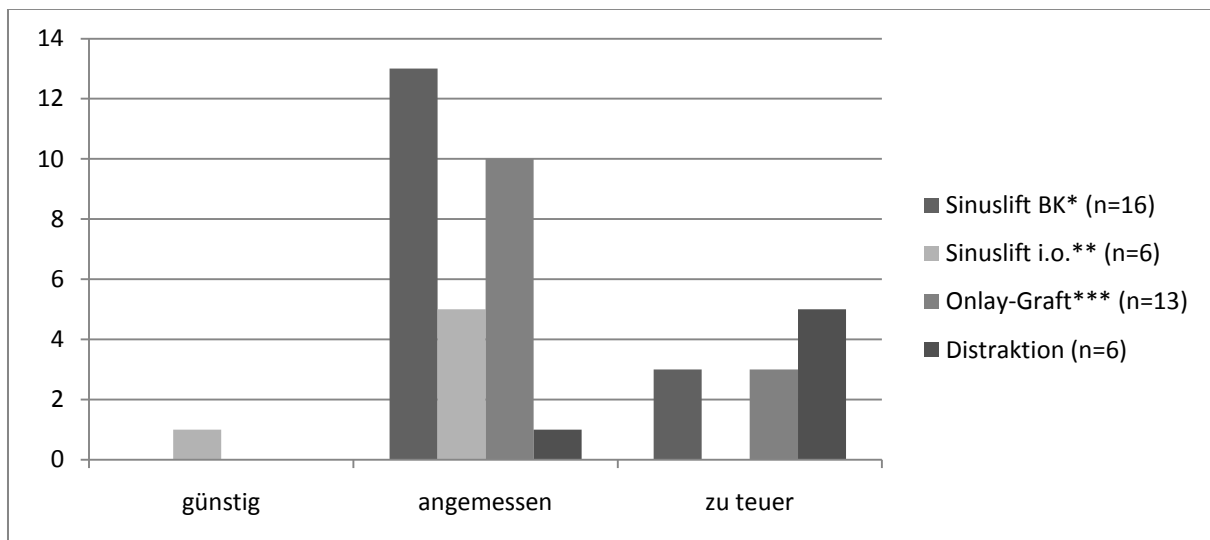
	<i>n Patienten</i>	<i>günstig</i>	<i>angemessen</i>	<i>zu teuer</i>
Gesamtkollektiv	39	1	28	10
Studiengruppe I	22	1	18	3
<i>Sinuslift BK*</i>	16	0	13	3
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	1	5	0
Studiengruppe II	19	0	11	8
<i>Onlay-Graft***</i>	13	0	10	3
<i>Distraction</i>	6	0	1	5

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 49 - Behandlungskosten bis zur abschließenden Versorgung



X-Achse = Bewertung der Behandlungskosten

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 64 - Würden Sie eine ähnliche Behandlung nochmals durchführen lassen?

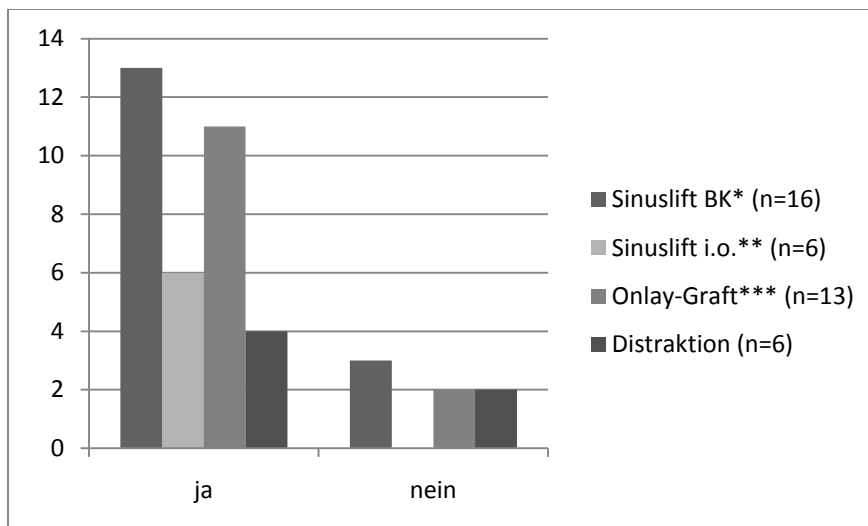
	<i>n Patienten</i>	<i>ja</i>	<i>nein</i>
Gesamtkollektiv	39	33	6
Studiengruppe I	22	19	3
<i>Sinuslift BK*</i>	16	13	3
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	6	0
Studiengruppe II	19	15	4
<i>Onlay-Graft***</i>	13	11	2
<i>Distraction</i>	6	4	2

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 50 - Würden Sie eine ähnliche Behandlung nochmals durchführen lassen?



X-Achse = Ähnliche Behandlung wiederholen

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 65 - Würden Sie Implantate weiterempfehlen?

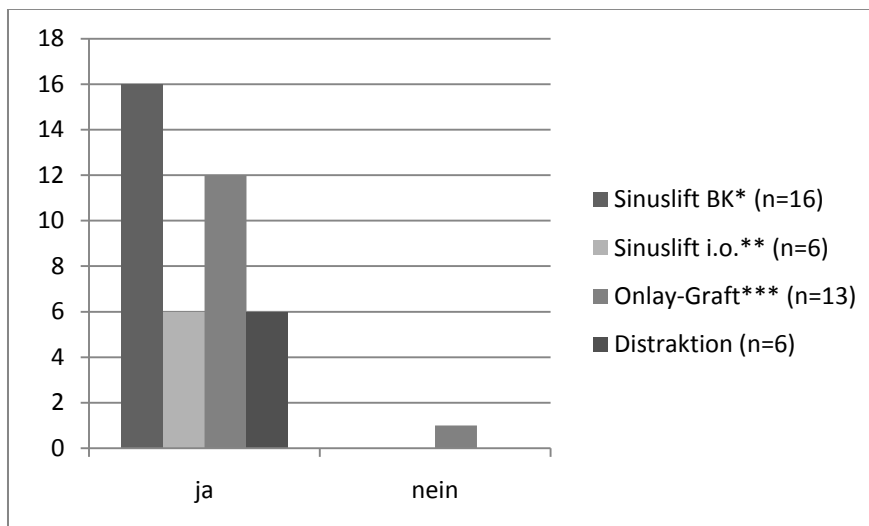
	<i>n Patienten</i>	<i>ja</i>	<i>nein</i>
Gesamtkollektiv	39	38	1
Studiengruppe I	22	22	0
<i>Sinuslift BK*</i>	16	16	0
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	6	0
Studiengruppe II	19	18	1
<i>Onlay-Graft***</i>	13	12	1
<i>Distraction</i>	6	6	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 51 - Würden Sie Implantate weiterempfehlen?



X-Achse = Weiterempfehlung Implantate

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.5. Nachuntersuchung der prothetischen Versorgung

Die implantatgetragenen prothetischen Versorgungen befanden sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Mittel seit $65,5 \pm 48,3$ Monaten in Funktion. Die kürzeste Zeit zwischen der Eingliederung und der Nachuntersuchung im Rahmen der vorliegenden Studie betrug drei Monate. Die längste Funktionsdauer einer prothetischen Suprastruktur lag bei 154 Monaten [Tab. 66, Grafik 52]. Die Passung der Suprastruktur wurde in 38 Fällen als spaltfrei beurteilt. An einem Patienten wurde ein unzureichender Randschluss zwischen primären und sekundären Gerüstanteilen festgestellt [Tab. 67, Grafik 53]. Eine Lockerung verschraubter Suprastrukturen lag in fünf Fällen vor [Tab. 68, Grafik 54]. Frakturen der prothetischen Versorgung waren im untersuchten Patientengut nicht aufgetreten.

Tabelle 66 - Funktionsdauer der prothetischen Versorgung

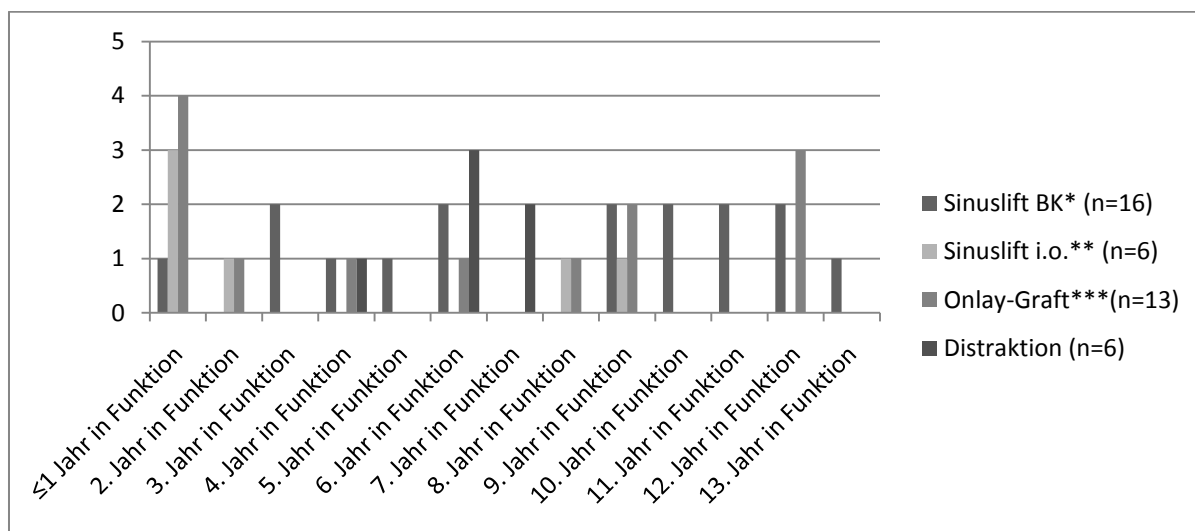
in Monaten	n Patienten	min	max	Mittelwert	±Standardabweichung
Gesamtkollektiv	39	3	154	65,5	±48,3
Studiengruppe I	22	3	154	71,3	±52,3
Sinuslift BK*	16	6	154	85,5	±46,3
Sinuslift i.o.**	6	3	108	36,5	±33,5
Studiengruppe II	19	3	136		±44,5
Onlay-Graft***	13	3	136	68,1	±53,5
Distraction	6	32	75	55,4	±16,0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 52 - Funktionsdauer der prothetischen Versorgung



X-Achse = Funktionsdauer der Prothetik in Jahren

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 67 - Passung der Suprastruktur

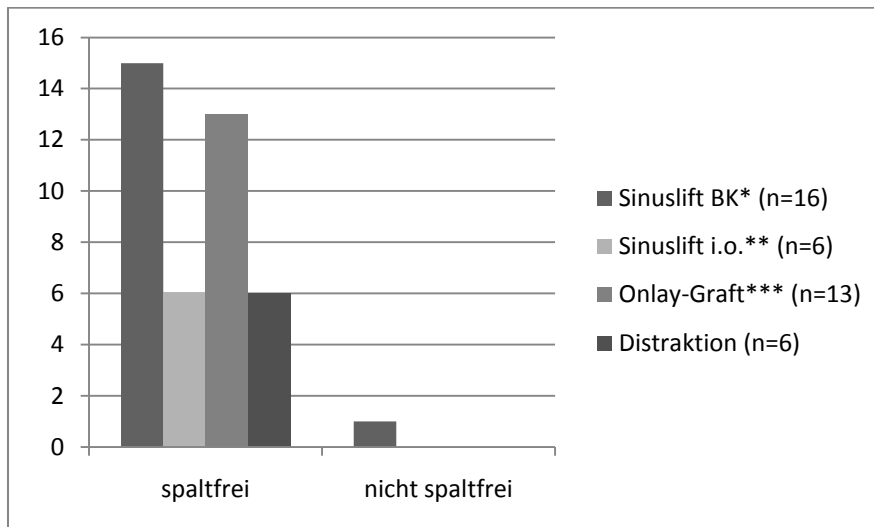
<i>n = 39 Patienten</i>	<i>n Patienten</i>	<i>spaltfrei</i>	<i>nicht spaltfrei</i>
Gesamtkollektiv	39	38	1
Studiengruppe I	22	21	1
<i>Sinuslift BK*</i>	16	15	1
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	6	0
Studiengruppe II	19	19	0
<i>Onlay-Graft***</i>	13	13	0
<i>Distraction</i>	6	6	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 53 - Passung der Suprastruktur



X-Achse = Beurteilung der Passung der Suprastruktur

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 68 - Schraubenlockerung

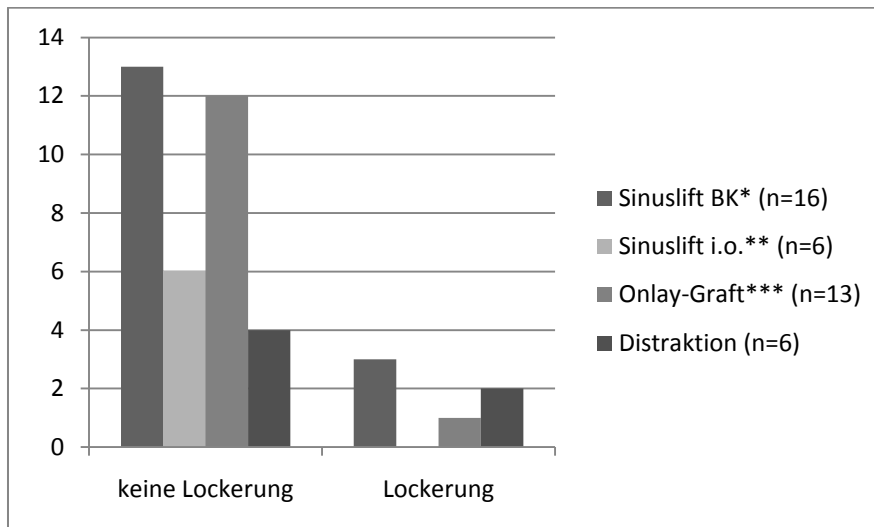
	<i>n Patienten</i>	<i>keine Lockerung</i>	<i>Lockerung</i>
Gesamtkollektiv	39	34	5
Studiengruppe I	22	19	3
<i>Sinuslift BK*</i>	16	13	3
<i>Sinuslift i.o.**</i>	6	6	0
Studiengruppe II	19	16	3
<i>Onlay-Graft***</i>	13	12	1
<i>Distraction</i>	6	4	2

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 54 - Schraubenlockerung



X-Achse = Bewertung der Verschraubung festsitzender Prothetik

Y-Achse = n Patienten

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.6. Implantatüberleben und Implantaterfolg

Insgesamt gingen innerhalb des untersuchten Patientenkollektives 23 Implantate verloren, zwei davon bereits in der Einheilphase („primär biologischer Verlust“). Von 149 osseointegrierten und prothetisch versorgten künstlichen Pfeilern mussten 20 im Laufe der Funktionsphase entfernt werden. Als Gründe des Implantatverlustes waren in den Patientenakten plaquebedingte Periimplantitis („sekundär biologischer Verlust“) und funktionelle Überlastung („traumatischer Verlust“) dokumentiert. Verluste waren bei Vorliegen der Symptome Blutung auf Sondierung, Suppuration, Schmerzen, erhöhter Plaque- und Gingivaindizes sowie Vorhandensein von Granulationsgewebe um das Implantat bei chirurgischer Entfernung der Ursache Periimplantitis zugerechnet worden. Eine traumatische Ätiologie war bei Fehlen dieser klinischen Zeichen angenommen worden [Rosenberg 1991, 143]. Ein weiteres Implantat, welches in die ursprüngliche prothetische Planung einbezogen war, verblieb bei Herstellung der Suprastruktur unversorgt in situ und wurde somit ebenfalls als Verlust gewertet [Tab. 69].

Die Zeit bis zum Implantatverlust betrug im Mittel $30,5 \pm 26,7$ Monate. Die erste Diagnose einer fehlgeschlagenen Osseointegration wurde nach zwei Monaten gestellt. Die späteste Explantation musste 74 Monate nach Implantatinsertion durchgeführt werden [Grafik 55].

Tabelle 69 - Grund für den Implantatverlust

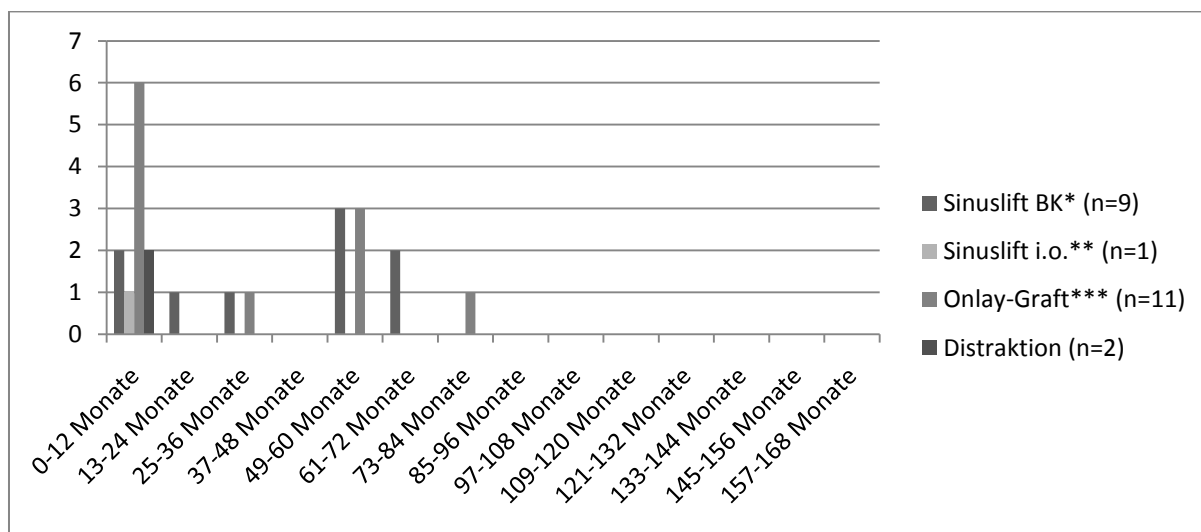
	<i>n</i> <i>Impl.</i>	<i>primär</i> <i>biologisch</i> <i>(Einheilphase)</i>	<i>sekundär</i> <i>biologisch</i> <i>(Funktionsphase)</i>	<i>traumatisch</i> <i>(Funktionsphase)</i>	<i>sleeping</i> <i>implant</i>
Gesamtkollektiv	23	2	13	7	1
Studiengruppe I	10	2	5	2	1
<i>Sinuslift BK*</i>	9	1	5	2	1
<i>Sinuslift i.o.**</i>	1	1	0	0	0
Studiengruppe II	13	0	8	5	0
<i>Onlay-Graft***</i>	11	0	8	3	0
<i>Distraction</i>	2	0	0	2	0

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Grafik 55 - Zeit bis zum Implantatverlust



X-Achse = Zeitraum des Implantatverlustes nach Insertion in Monaten

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.6.1. Implantatüberlebensrate

Zur Berechnung der Implantatüberlebensrate nach der Methode von KAPLAN und MEIER [Kaplan 1958, 459ff] wurden nur Daten von aktuell oder ehemals funktionell belasteten Implantaten herangezogen. Die beiden nicht primär osseointegrierten Implantate in Studiengruppe I sowie sekundär nachinsertierte Pfeiler blieben in dieser Analyse unberücksichtigt. Errechnet wurde die Überlebensrate nach einem, zwei, fünf und sieben Jahren sowie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Des Weiteren wurde die mittlere Überlebensdauer für die einzelnen Untergruppen bestimmt (mean survival time) und ein Logrank-Test durchgeführt.

Innerhalb der Studiengruppe I (79 Implantate) gingen im Beobachtungszeitraum acht Implantate verloren [Tab. 70]. Hieraus entstand eine Überlebensrate aller Implantate im augmentierten Sinus maxillaris von 98,6% in den ersten beiden Jahren, 90,6% nach fünf Jahren und 87,2% nach sieben Jahren sowie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung [Tab. 71]. Die mittlere Überlebensdauer betrug $145,4 \pm 4,9$ Monate [Tab. 72]. Abbildung 11 zeigt die Überlebenszeitanalyse nach KAPLAN und MEIER [Kaplan 1958, 459ff] für alle Implantate nach Sinuslift.

Alle Implantatverluste in Studiengruppe I traten nach Sinusbodenaugmentation mit autogenem Knochen vom Beckenkamm auf [Tab. 73]. Isoliert betrachtet lässt sich für diese Implantate eine Überlebensrate von 98,4% nach einem Jahr, 96,7% nach zwei Jahren, 89,4% nach fünf Jahren und 85,5% nach sieben Jahren sowie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung errechnen. Die mittlere Implantatüberlebensdauer nach Beckenkammaugmentation im Sinus maxillaris lag bei $143,5 \pm 5,5$ Monaten. In der Gruppe mit intraoralen Entnahmeregionen betrug die Überlebensrate 100% zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung und es ließ sich somit keine mittlere

Überlebensdauer berechnen. Abbildung 12 zeigt die Graphen der Lebensdaueranalyse beider Gruppen im direkten Vergleich [Tab. 74 und 75].

In Studiengruppe II gingen im Beobachtungszeitraum 13 Implantate verloren [Tab. 76]. Die Überlebensrate der Implantate in dieser Gruppe lag bei 88,2% in den ersten beiden Jahren, bei 80,0% nach fünf Jahren und 76,4% nach sieben Jahren sowie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung [Tab. 77]. Im Mittel befanden sich die Implantate der gesamten Gruppe $114,6 \pm 6,2$ Monaten in situ [Tab. 78]. Die Lebensdaueranalyse nach KAPLAN und MEIER [Kaplan 1958, 459ff] ist in Abbildung 13 für alle Implantate und in Abbildung 14 für beide Gruppen getrennt voneinander graphisch dargestellt.

Die Ergebnisse der beiden unterschiedlichen Augmentationstechniken wurden auch in Studiengruppe II getrennt voneinander betrachtet. Zwei der 13 Implantatverluste dieser Gruppe traten nach vorbereitender vertikaler Distraktionsosteogenese des Alveolarkammes auf. Elf Verluste ereigneten sich nach Auflagerungsosteoplastik mit autogenem Knochen [Tab. 79]. Die errechnete Überlebensrate für Implantate nach Auflagerungsosteoplastik betrug 86,6% im ersten und im zweiten Jahr, 74,2% nach fünf Jahren und 70,0% nach sieben Jahren sowie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. In der Gruppe mit Distraktionsosteogenese ergab die Analyse bereits nach einem Jahr eine Überlebensrate von 91,3%, die bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung unverändert blieb [Tab. 80]. Die mittlere Überlebensdauer lag bei $108,7 \pm 8,1$ Monaten nach Auflagerungsosteoplastik und bei $77,4 \pm 4,5$ Monaten nach Distraktionsosteogenese. [Tab. 81]. Abbildung 10 zeigt eine Gegenüberstellung der Graphen aus der Lebensdaueranalyse der Implantate beider Augmentationsgruppen.

Tabelle 70 - Case Processing Summary Studiengruppe I

<i>Case Processing Summary</i> <i>Studiengruppe I</i>	
Anzahl Verlust (imploss = 1)	8 (10,1%)
Anzahl Funktion (imploss = 0)	71 (89,9%)
Gesamt	79

Tabelle 71 - Survival Table Studiengruppe I

<i>Survival Table</i> <i>Studiengruppe I</i>				
Time (months)	Cumulative Proportion Surviving at the Time		N of Cumulative Events	N of Remaining Cases
	Estimate	Std. Error		
12,000	0,986	0,014	1	69
24,000	0,986	0,014	2	66
60,000	0,906	0,037	6	54
84,000	0,872	0,042	8	48

Tabelle 72 - Mean Survival Time Studiengruppe I

<i>Mean survival time (months)</i>	
<i>Studiengruppe I</i>	
Mean	145,425
Std.error	4,861
95% Confidence Interval	[135,898; 154,952]

Abbildung 11 - Survival Function Studiengruppe I

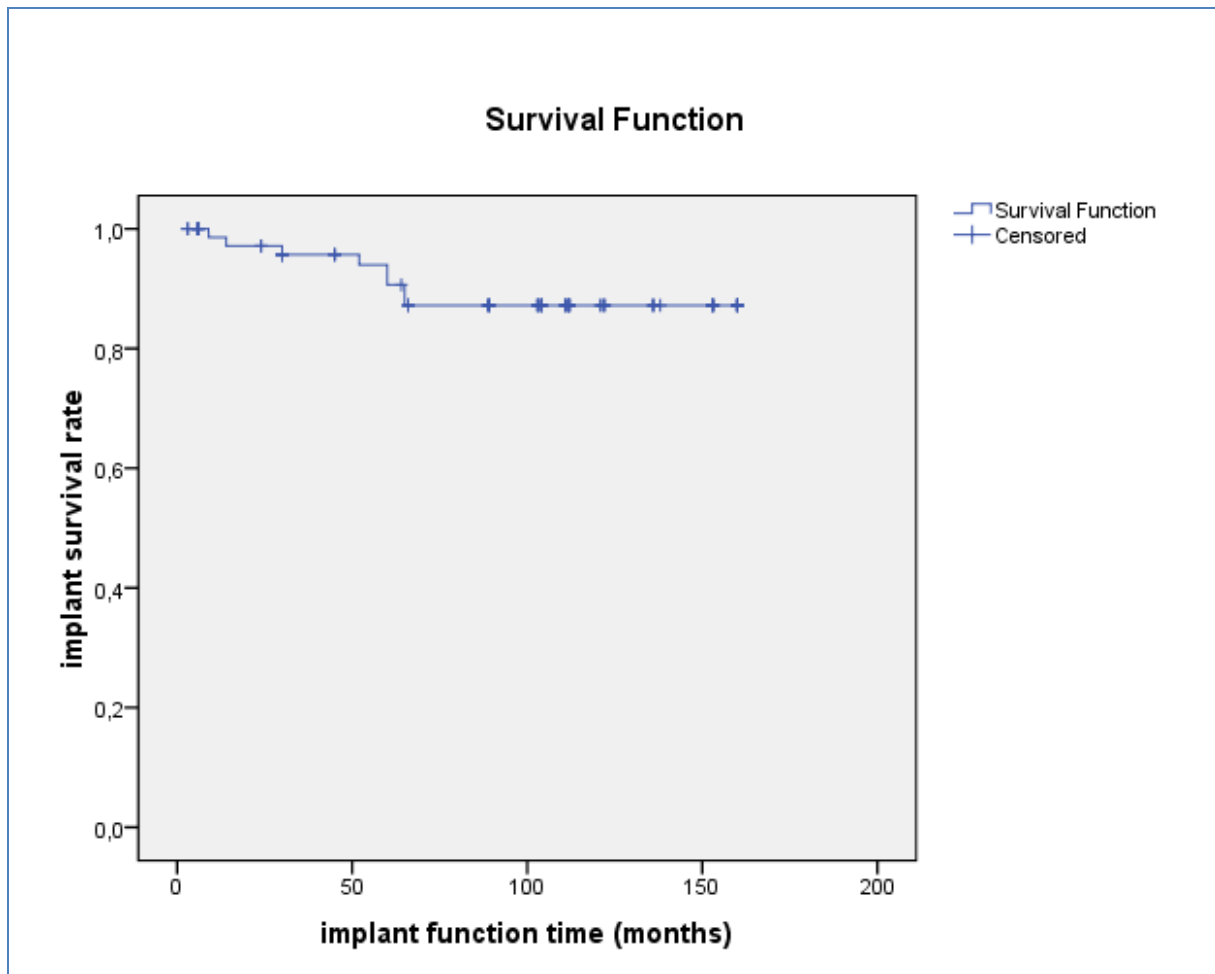


Tabelle 73 - Case Processing Summary Sinuslift BK* vs. Sinuslift i.o.**

<i>Case Processing Summary</i>			
<i>Sinuslift BK* vs. Sinuslift i.o.**</i>			
	Sinuslift BK*	Sinuslift i.o.**	Gesamt
Anzahl Verlust (imploss = 1)	8 (12,7%)	0 (0%)	8 (10,1%)
Anzahl Funktion (imploss = 0)	55 (87,3%)	16 (100%)	71 (89,9%)
Gesamt	63	16	79

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

Tabelle 74 - Survival Table Sinuslift BK* vs. Sinuslift i.o.**

Survival Table
Sinuslift BK vs. Sinuslift i.o.***

Donor	Time (months)	Cumulative Proportion Surviving at the Time		N of Cumulative Events	N of Remaining Cases
		Estimate	Std. Error		
Sinuslift BK*	12,000	0,984	0,016	1	60
	24,000	0,967	0,023	2	59
	60,000	0,894	0,041	6	47
	84,000	0,855	0,048	8	41
Sinuslift i.o.**	12,000	1,000	0,000	0	16
	24,000	1,000	0,000	0	9
	60,000	1,000	0,000	0	7
	84,000	1,000	0,000	0	7

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

Tabelle 75 - Survival Analysis Sinuslift BK* vs. Sinuslift i.o.**

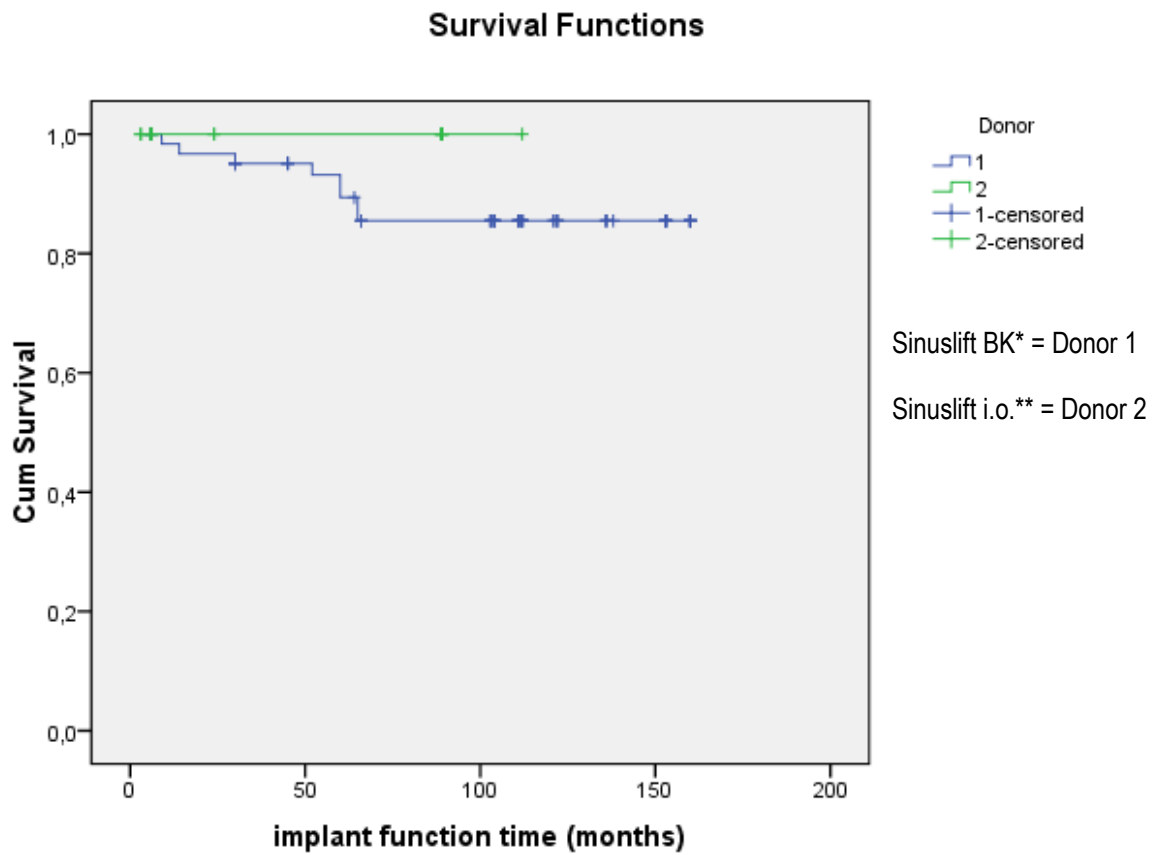
Survival Analysis
Sinuslift BK vs. Sinuslift i.o.***

	Sinuslift BK*	Sinuslift i.o.**
Mean (months)	143,451	n.a.
Std.error	5,469	n.a.
95% Confidence Interval	[132.731; 154.171]	n.a.
p-value (log rank, mantel cox)	0,282	

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

Abbildung 12 - Survival Function Sinuslift BK* vs. Sinuslift i.o.**



*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

Tabelle 76 - Case Processing Summary Studiengruppe II

Case Processing Summary Studiengruppe II	
Anzahl Verlust (imploss = 1)	13 (18,6%)
Anzahl Funktion (imploss = 0)	57 (81,4%)
Gesamt	70

Tabelle 77 - Survival Table Studiengruppe II

<i>Survival Table</i>				
<i>Studiengruppe II</i>				
Time (months)	Cumulative Proportion Surviving at the Time		N of Cumulative Events	N of Remaining Cases
	Estimate	Std. Error		
12,000	0,882	0,039	8	53
24,000	0,882	0,039	8	52
60,000	0,800	0,053	12	37
84,000	0,764	0,062	13	17

Tabelle 78 - Mean Survival Time Studiengruppe II

<i>Mean survival time (months)</i>	
<i>Studiengruppe II</i>	
Mean	114,852
Std.error	6,248
95% Confidence Interval	[102.605; 127.099]

Abbildung 13 - Survival Function Studiengruppe II

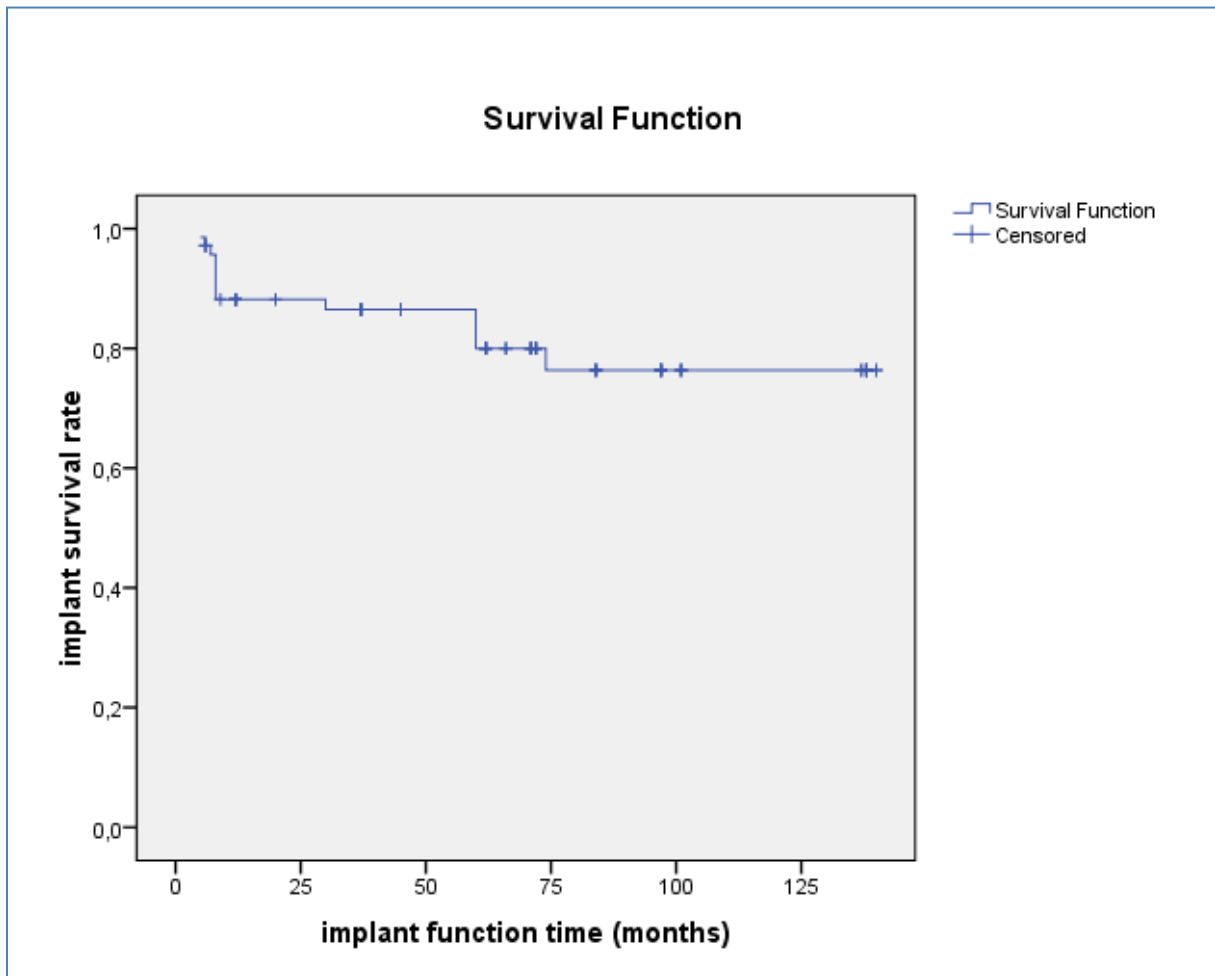


Tabelle 79 - Case Processing Summary Onlay-Graft*** vs. Distraction

<i>Case Processing Summary</i>			
<i>Onlay-Graft*** vs. Distraction</i>			
	Onlay-Graft***	Distraction	Gesamt
Anzahl Verlust (imploss = 1)	11 (23,4%)	2 (8,7%)	13 (18,6%)
Anzahl Funktion (imploss = 0)	36(76,6%)	21 (91,3%)	57 (81,4%)
Gesamt	47	23	70

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 80 - Survival Table Onlay-Graft*** vs. Distraction

Survival Table
*Onlay-Graft*** vs. Distraction*

Augmentation	Time (months)	Cumulative Proportion Surviving at the Time		N of Cumulative Events	N of Remaining Cases
		Estimate	Std. Error		
Onlay-Graft***	12,000	0,866	0,051	6	32
	24,000	0,866	0,051	6	31
	60,000	0,742	0,072	10	23
	84,000	0,700	0,079	11	17
Distraction	12,000	0,913	0,059	2	21
	24,000	0,913	0,059	2	21
	60,000	0,913	0,059	2	14
	84,000	0,913	0,059	2	0

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

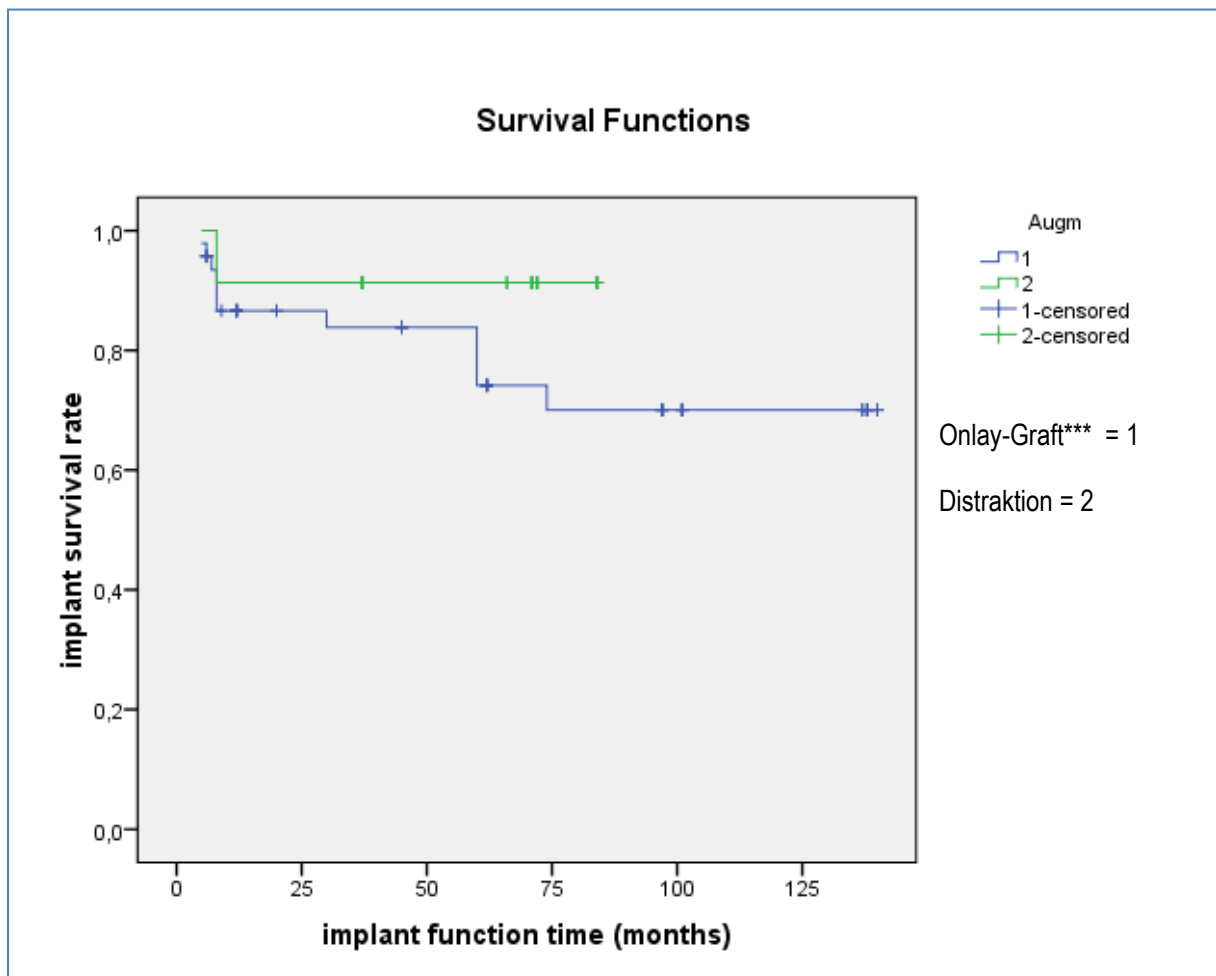
Tabelle 81 - Survival Analysis Only-Graft*** vs. Distraction

Survival Analysis
*Onlay-Graft*** vs. Distraction*

	Onlay-Graft***	Distraction
Mean (months)	108,686	77,391
Std.error	8,118	4,465
95% Confidence Interval	[92,775; 124,597]	[68,639;86,143]
p-value (log rank, mantel cox)	0,142	

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Abbildung 14 - Survival Function Onlay-Graft*** vs. Distraction



***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.6.2. Implantaterfolg

Einer Erfolgsbewertung nach vorgegebenen Kriterien wurden ebenfalls nur die 149 primär inserierten und osseointegrierten Implantate des vorliegenden Patientenkollektives unterzogen (siehe 7.2.).

9.6.2.1. Albrektssons Kriterien

ALBREKTSSONS Kriterien [Albrektsson 1986, 12ff] erfüllten insgesamt 111 von 149 Implantaten (74,5%). Innerhalb der einzelnen Studiengruppen konnten nach Sinuslift mit autogenem Beckenknochen 51 von 63 (81,0%), nach Sinuslift mit intraoral gewonnenem Knochen alle 16 Implantate (100%), nach Auflagerungsosteoplastik mit autogenem Knochen 26 von 47 Implantaten (55,3%) und nach Distractionsosteogenese 18 von 23 Implantaten (78,3%) entsprechend dieser Vorgaben als Erfolg gewertet werden [Tab. 82, Grafik 56].

Tabelle 82 - Erfolgsbewertung nach Albrektssons Kriterien

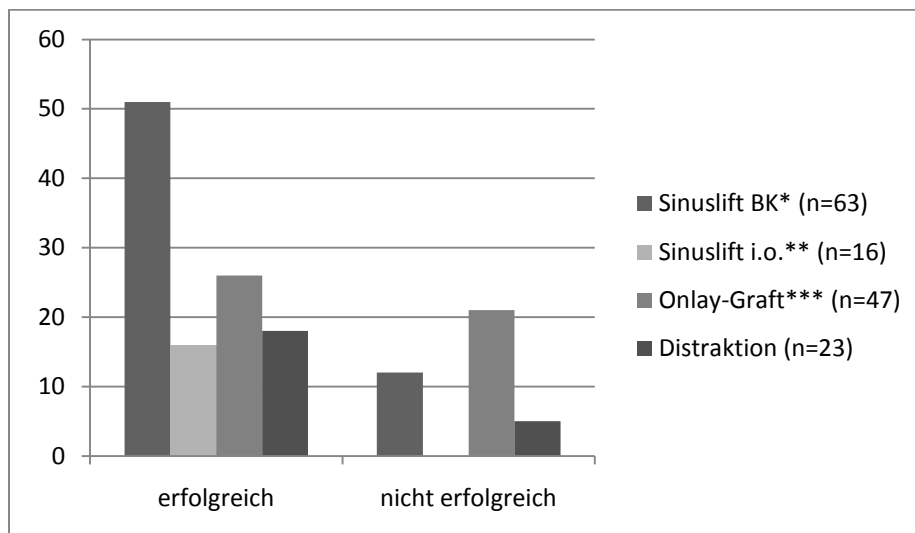
	<i>n</i> Implantate	erfolgreich	nicht erfolgreich
Gesamtkollektiv	149	111 (74,5%)	38 (25,5%)
Studiengruppe I	79	67 (84,8%)	12 (15,2%)
<i>Sinuslift BK*</i>	63	51 (81,0%)	12 (19,0%)
<i>Sinuslift i.o.**</i>	16	16 (100,%)	0 (0%)
Studiengruppe II	70	44 (62,9%)	26 (37,1%)
<i>Onlay-Graft***</i>	47	26 (55,3%)	21 (44,7%)
<i>Distraction</i>	23	18 (78,3%)	5 (21,7%)

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 56 - Erfolgsbewertung nach Albrektssons Kriterien



X-Achse = Erfolgsbewertung nach Albrektsson 1986, 12ff

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.6.2.2. ICOI-Kriterien

Der *International Congress of Oral Implantologists* (ICOI) schlägt ein vierstufiges Schema zur Graduierung der Gesundheit dentaler Implantate vor [Misch 2008b, 8]. Grad I erreichten 79 Implantate (53,0%), darunter 33 (52,4%) nach Sinuslift mit Beckenknochen, 16 (100%) nach Sinuslift mit intraoral gewonnenem Knochen, 17 (36,2%) nach Auflagerungsosteoplastik und 13 (56,5%) nach Distractionsosteogenese. Als Grad II wurden insgesamt 26 Implantate (17,5%) klassifiziert, davon zwölf (19,0%) nach Sinuslift mit Beckenknochen, neun (19,1%) nach Auflagerungsosteoplastik und fünf (21,7%) nach Distractionsosteogenese. Grad III erhielten zwölf Implantate des Gesamtkollektives, hierunter drei (4,8%) nach

Sinuslift mit Beckenknochen, sieben (14,9%) nach Auflagerungsteoplastik und zwei (8,7%) nach Distraktionsosteogenese. Als Grad IV und damit als Misserfolg mussten insgesamt 32 Implantate (21,5%) gewertet werden, darunter 15 (23,8%) nach Sinuslift mit Beckenknochen, 14 (29,8%) nach Auflagerungsteoplastik und drei (13,0%) nach Distraktionsosteogenese [Tab. 83, Grafik 57].

Tabelle 83 - Erfolgsbewertung nach ICOI-Kriterien

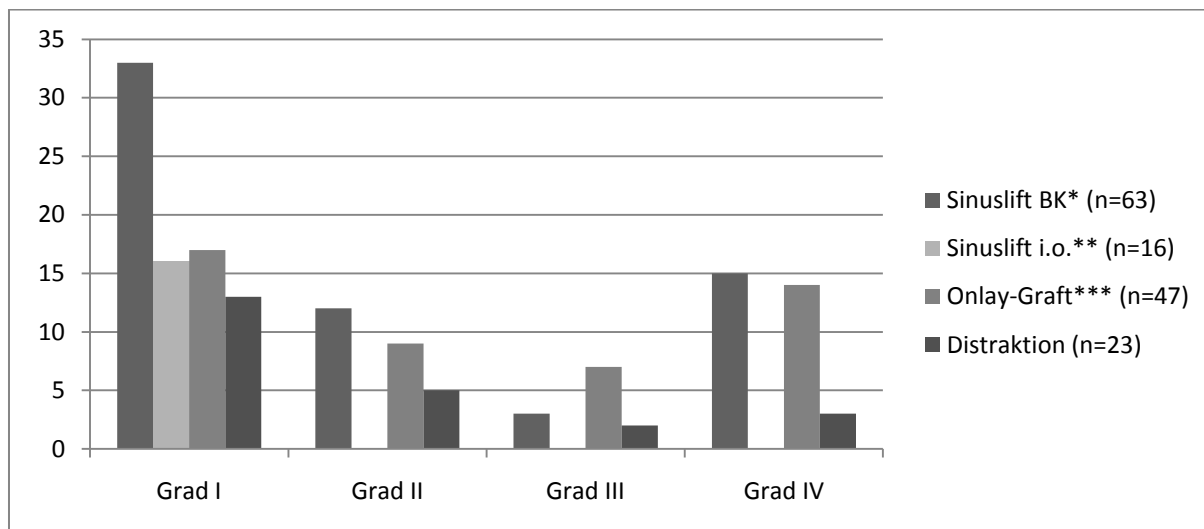
	<i>n Implantate</i>	<i>Grad I Success</i>	<i>Grad II Satisfactory survival</i>	<i>Grad III Compromised survival</i>	<i>Grad IV Failure</i>
Gesamtkollektiv	149	79 (53,0%)	26 (17,4%)	12 (8,1%)	32 (21,5%)
Studiengruppe I	79	49 (62,0%)	12 (15,2%)	3 (3,8%)	15 (19,0%)
<i>Sinuslift BK*</i>	63	33 (52,4%)	12 (19,0%)	3 (4,8%)	15 (23,8%)
<i>Sinuslift i.o.**</i>	16	16 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Studiengruppe II	70	30 (42,9%)	14 (20,0%)	9 (12,9%)	17 (24,3%)
<i>Onlay-Graft***</i>	47	17 (36,2%)	9 (19,1%)	7 (14,9%)	14 (29,8%)
<i>Distraktion</i>	23	13 (56,5%)	5 (21,7%)	2 (8,7%)	3 (13,0%)

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

Grafik 57 - Erfolgsbewertung nach ICOI-Kriterien



X-Achse = Erfolgsbewertung nach Misch 2008b, 8

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsteoplastik

9.6.2.3. Erweiterte Kriterien

Auf Grundlage der Kriterien nach ALBREKTSSON [Albrektsson 1986, 12ff] mit zusätzlicher Berücksichtigung des subjektiven Patienteneindrucks (siehe 8.5.) konnten 90 der untersuchten 149 Implantate (60,4%) als Erfolg klassifiziert werden. 43 (68,3%) davon fanden sich nach Sinuslift mit Beckenknochen. Nach Sinuslift mit intraoral gewonnenem Knochen waren auch nach diesen erweiterten Vorgaben alle 16 Implantate (100%) erfolgreich. Nach Auflagerungsosteoplastik erhielten 20 (42,6%) und nach Distractionsosteogenese elf Implantate (47,8%) eine positive Erfolgsbewertung [Tab. 84, Grafik 58].

Tabelle 84 - Erfolgsbewertung nach erweiterten Kriterien

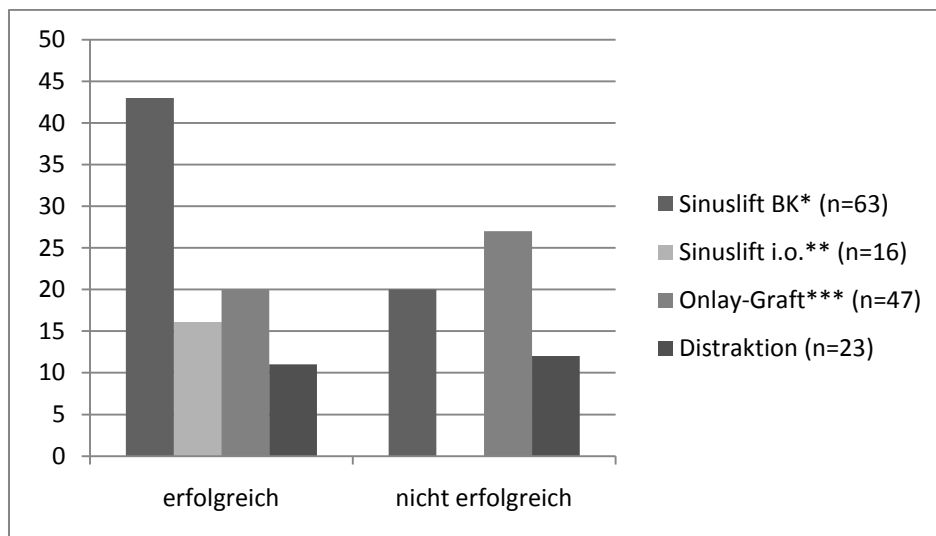
	<i>n</i> Implantate	erfolgreich	nicht erfolgreich
Gesamtkollektiv	149	90 (60,4%)	59 (39,6%)
Studiengruppe I	79	59 (74,7%)	20 (25,3%)
<i>Sinuslift BK*</i>	63	43 (68,3%)	20 (31,7%)
<i>Sinuslift i.o.**</i>	16	16 (100%)	0 (0%)
Studiengruppe II	70	31 (44,3%)	39 (55,7%)
<i>Onlay-Graft***</i>	47	20 (42,6%)	27 (57,4%)
<i>Distraction</i>	23	11 (47,8%)	12 (52,2%)

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

Grafik 58 – Erfolgsbewertung nach erweiterten Kriterien



X-Achse = Erfolgsbewertung nach erweiterten Kriterien

Y-Achse = n Implantate

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay-Graft = Auflagerungsosteoplastik

9.6.2.4. *Korrelationsanalyse der objektiven Qualität mit der subjektiven Wahrnehmung*

Um die Ursachen der differierenden objektiven und subjektiven Erfolgsraten zu ermitteln, wurden verschiedene Korrelationstabellen erarbeitet. Dabei wurde die Erfolgsentscheidung nach ALBREKTSSONS Kriterien [Albrektsson 1986, 12ff] der subjektiven Gesamtzufriedenheit, dem ästhetischen Eindruck, sowie den Erwartungen der Patienten an das Behandlungsergebnis gegenübergestellt. Da bei keinem der Befragten hinsichtlich Belastbarkeit und Kaufunktionalität ein Misserfolgskriterium erfüllt war, wurden diese Faktoren nicht weiter analysiert. Zwei Implantate, gegen die der betreffende Patient eine „starke Abneigung/Fremdkörpergefühl“ empfand, wurden auch nach objektiven klinischen Kriterien als Misserfolg gewertet. Dieser Faktor musste somit ebenfalls nicht in der Korrelationsanalyse berücksichtigt werden (siehe 9.4.).

Die um den subjektiven Patienteneindruck erweiterten Kriterien (siehe 8.5.) führten in der Analyse an insgesamt 21 objektiv erfolgreichen Implantaten (6 Patienten) zur Klassifikation als subjektiver Misserfolg.

Es zeigte sich, dass nur drei Implantate (1 Patient), die nach ALBREKTSSON als Erfolg zu werten waren, den Ansprüchen der Patienten hinsichtlich ihrer Gesamtzufriedenheit nicht genügten (Note 4). Die Gesamtzufriedenheit kann somit nur als wenig ausschlaggebender Faktor für die festgestellte Divergenz zwischen subjektiver und objektiver Erfolgsrate angesehen werden. Auffällig war, dass an 35 Implantaten, trotz klinischem Misserfolg entsprechend ALBREKTSSONS Kriterien, keine schwerwiegenden Mängel von den Patienten angeführt wurden [Tab. 85].

Das ästhetische Bild der Implantatversorgung veranlasste die Befragten, insgesamt 13 klinisch erfolgreiche Implantate als subjektiven Misserfolg zu bewerten. Die Ästhetik steht somit als bedeutender Einflussfaktor für den Patienteneindruck [Tab. 86].

Hinsichtlich des Grades der Erfüllung ihrer Erwartungen an das Behandlungsergebnis sahen drei Patienten insgesamt 11 Implantate als Misserfolg an. Diesem Faktor lässt sich damit ebenfalls ein entscheidender Einfluss auf die subjektive Erfolgsrate zuordnen [Tab. 87].

Tabelle 85 - Korrelationsanalyse Albrektsson vs. Gesamtzufriedenheit

Korrelationsanalyse Albrektsson vs. Gesamtzufriedenheit								
n=149 Implantate								
Gesamt- zufriedenheit (Schulnoten)	Implantaterfolg nach ALBREKTSSONS Kriterien							
	erfolgreich				nicht erfolgreich			
	SL BK* (n=51)	SL i.o.** (n=16)	Onlay*** (n=26)	Distraction (n=18)	SL BK* (n=12)	SL i.o.** (n=0)	Onlay*** (n=21)	Distraction (n=5)
1	20	7	5	2	7	-	-	-
2	26	9	5	13	2	-	13	2
3	5	-	16	-	3	-	8	-
4	-	-	-	3	-	-	-	3
5	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-

X-Achse = Erfolgsbewertung nach Albrektsson 1986, 12ff

Y-Achse = Gesamtzufriedenheit in Schulnoten

Note 1 = sehr gut

Note 2 = gut

Note 3 = befriedigend

Note 4 = ausreichend

Note 5 = mangelhaft

Note 6 = ungenügend

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 86 - Korrelationsanalyse Albrektsson vs. Ästhetischer Gesamteindruck

Korrelationsanalyse Albrektsson vs. Ästhetischer Gesamteindruck								
n=149 Implantate								
Ästhetischer Gesamteindruck (Schulnoten)	Implantaterfolg nach ALBREKTSSONS Kriterien							
	erfolgreich				nicht erfolgreich			
	SL BK* (n=51)	SL i.o.** (n=16)	Onlay*** (n=26)	Distraction (n=18)	SL BK* (n=12)	SL i.o.** (n=0)	Onlay*** (n=21)	Distraction (n=5)
1	22	13	10	2	7	-	5	-
2	21	3	9	9	4	-	11	2
3	8	-	1	-	1	-	5	2
4	-	-	6	4	-	-	-	-
5	-	-	-	3	-	-	-	1
6	-	-	-	-	-	-	-	-

X-Achse = Erfolgsbewertung nach Albrektsson 1986, 12ff

Y-Achse = Ästhetischer Gesamteindruck in Schulnoten

Note 1 = sehr gut

Note 2 = gut

Note 3 = befriedigend

Note 4 = ausreichend

Note 5 = mangelhaft

Note 6 = ungenügend

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay = Auflagerungsosteoplastik

Tabelle 87 - Korrelationsanalyse Albrektsson vs. Erwartungen der Patienten an das Behandlungsergebnis

Korrelationsanalyse Albrektsson vs. Erwartungen der Patienten an das Behandlungsergebnis								
n=149 Implantate								
Behandlungsergebnis	Implantaterfolg nach ALBREKTSSONS Kriterien							
	erfolgreich				nicht erfolgreich			
	SL BK* (n=51)	SL i.o.** (n=16)	Onlay*** (n=26)	Distraction (n=18)	SL BK* (n=12)	SL i.o.** (n=0)	Onlay*** (n=21)	Distraction (n=5)
besser als erwartet	13	4	15	-	2	-	9	-
wie erwartet	30	12	11	15	9	-	12	2
schlechter als erwartet	8	-	-	3	1	-	-	3

X-Achse = Erfolgsbewertung nach Albrektsson 1986, 12ff

Y-Achse = Grad der Erfüllung der Erwartung an das Behandlungsergebnis

*BK = autogenes Material vom Beckenkamm

**i.o. = autogenes Material aus intraoralen Donorregionen

***Onlay = Auflagerungsosteoplastik

9.7. Beurteilung von Art und Weise der Befragung

Der subjektive Eindruck des Untersuchers zur internen Fragestellung „Hat der Patient die Fragestellung verstanden?“ ergab das Ergebnis „überwiegend ja“ für 33 Patienten (84,6%), „teilweise nicht“ für fünf Patienten (12,8%) und „überwiegend nein“ für einen Patienten (2,6%). Die Angaben von 36 Patienten (92,3%) erschienen „glaubwürdig“, drei Patienten (7,7%) antworteten „widersprüchlich“. Damit kann der Fragebogen und die Art und Weise der Datenerfassung als weitgehend verständlich und valide eingestuft werden.

10. Diskussion

10.1. Diskussion der Methode

Ziel der vorliegenden Studie war es, fundierte Aussagen über den Implantaterfolg nach chirurgischer Vorbehandlung mit unterschiedlichen augmentativen Verfahren zu treffen. Die innerhalb des Zeitraumes von 1993 bis 2006 behandelten Patienten sollten retrospektiv erfasst und nachuntersucht werden.

Bereits die Auswahl eines passenden Patientenkollektives war nur unter Einschränkungen möglich, da die im Vorfeld festgelegten Untersuchungsparameter nicht in jedem Fall systematisch dokumentiert waren. Kombinationen verschiedener Augmentationsverfahren in derselben Operationsregion (z.B. Distraction + Onlay, Sinuslift + Onlay) konnten in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt werden, weil sie eine vergleichende Auswertung verfälscht hätten. Letztendlich erfüllten 99 Patienten alle geforderten Kriterien.

Nur ein Teil dieser Patienten war, oft nach jahrelangem Fernbleiben, für einen erneuten Nachuntersuchungstermin in der Klinik zu motivieren. 39,4% der ausgewählten Patienten (39 von 99) konnten nach schriftlicher oder telefonischer Kontaktaufnahme erfolgreich von einer Teilnahme an der Studie überzeugt werden.

Um die Patientenzahl und damit die Aussagekraft der Studie nicht weiter zu verringern, wurde keine Beschränkung auf ein bestimmtes Augmentationsverfahren oder eine bestimmte Implantationsregion vorgenommen. Das Studienkollektiv stellt somit einen breiten Schnitt durch das gesamte Patientengut des Untersuchungszeitraumes dar.

Zahlreiche Variable im Behandlungsprotokoll konnten auf Grund der geringen Fallzahl nicht in wünschenswertem Umfang differenziert betrachtet werden. Dies wäre unter anderem sinnvoll hinsichtlich Augmentationsart, Augmentationsregion, Atrophiegrad, Operateur, Implantatsystem, Implantationszeitpunkt, Art der provisorischen und definitiven prothetischen Versorgung, wie auch dem Zeitraum bis zur Nachuntersuchung. Die klinisch gewonnenen Befunde liefern zwar eine momentane Zustandsbeschreibung der periimplantären Gewebe, erlauben aber kein Urteil über Verlauf, Dynamik und Prognose einer vorliegenden Erkrankung.

Ein prospektives Studiendesign mit engeren Einschlusskriterien, mehreren, zeitlich festgelegten Nachsorgeuntersuchungen und einem im Vorfeld klar formulierten Studienziel hätte die Aussagekraft der Ergebnisse steigern können. Ein Konsensusreport des 3rd European Workshop on Periodontology [Wennström 1999, Consensus report of Session C: Clinical Trials] liefert klare Empfehlungen zum Vorgehen bei klinischen Studien zur Untersuchung von Implantaten.

Um in der vorliegenden Studie eindeutige Vergleiche zwischen den durchgeführten Augmentationsverfahren und dem jeweiligen Implantaterfolg stellen zu können, wurde das Studienkollektiv in zwei Untergruppen aufgeteilt (siehe 8.1.2.). Innerhalb

dieser Untergruppen erschien eine vergleichende Erfolgsbewertung sinnvoller, auch wenn nun Untersuchungsgruppen mit deutlich kleinerer Patientenzahl entstanden.

Der den Patienten vorgelegte Fragebogen [Anlage 1] zum subjektiven Behandlungsergebnis enthielt bewusst keine freien Fragen. Nur durch Beschränkung der Antwortmöglichkeiten auf zwischen zwei und vier vorgegebene Formulierungen war die zügige Bearbeitung durch die Patienten und die systematische Auswertung durch den Untersucher möglich.

Zu den klinisch und röntgenologisch untersuchten Symptomen zählten Taschenbildung, Blutung auf Sondierung, Attachmentverlust und weitere pathologische Veränderungen der periimplantären Gewebe wie Pusaustritt, Lockerungsgrad, Klopfeschall und Veränderungen des Gingivaverlaufes. Lag zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein Orthopantomogramm vor, welches nicht älter als zwölf Monate war, wurde zur Vermeidung unnötiger Strahlenexposition auf eine erneute radiologische Verlaufskontrolle verzichtet. Alle Untersuchungen und Messungen wurden von ein und demselben Behandler durchgeführt. Die erhobenen Index- und Messwerte dienten der Dokumentation des individuellen Krankheitsverlaufes und damit der Objektivierung des Therapieerfolges. Als Zeichen zurückliegender Destruktionen, hervorgerufen durch persistierende Entzündungsprozesse oder kaufunktionelle Überlastung, war der Verlust an knöchernem Attachment im Vergleich zum Implantationszeitpunkt von besonderem Interesse.

Der in dieser Studie gewählte modifizierte Plaque-Index (mPII) nach MOMBELLI [Mombelli 1994, 84] bewertet die supragingivalen Plaqueansammlungen im Bereich des Gingivarandes, wobei sich die Gradeinteilung an der Quantität der Beläge orientiert. Der Index ist klar strukturiert, gut nachvollziehbar und einfach in der Anwendung. Da die Untersuchung unter Lupenkontrolle (Kopflupe KF 4,3x, 400mm, Carl Zeiss Vision GmbH, Aalen) durchgeführt wurde, ist die Tatsache, dass bei diesem Index keine Anfärbung erfolgt, von nachrangiger Bedeutung. Die Patienten wurden während und nach der Erhebung des mPII jeweils auf Erfolg oder eventuelle Verbesserungsmöglichkeiten ihrer häuslichen Mundhygiene hingewiesen.

Der modifizierte Sulkus-Blutungs-Index (mBI) nach MOMBELLI [Mombelli 1994, 84] wird wie der mPII mit Hilfe einer Parodontalsonde erhoben und ließ sich deshalb einfach in Kombination mit dem vorgenannten durchführen. Der Index dient der Differenzierung von Entzündungsreaktionen entlang des periimplantären Weichgewebes und kann entsprechend seiner graduellen Einteilung mit verschiedenen Ausprägungsgraden einer periimplantären Erkrankung in Verbindung gebracht werden.

Die Messung der Sondierungstiefe (ST) erfolgte an jeder Implantatfläche einmal, beinhaltete somit vier Messpunkte je Implantat, wobei nur der größte Wert dokumentiert wurde. Gemessen wurde hierbei der Abstand vom Gingivarand bis zum sondierbaren Taschenboden. Im Sinne der Vergleichbarkeit mit bisherigen und noch

kommenden Untersuchungen, sowie zur Erfolgsbeurteilung einer eventuell folgenden Periimplantitistherapie, ist die Bestimmung der ST eine einfache und schnelle Methode zur Kontrolle der Taschen.

LISTGARTEN [Listgarten 1986, 418f] und NEWMAN & FLEMMING [Newman 1988, 739f] empfehlen diesbezüglich die Sonde möglichst parallel zur Längsachse des Zahnes beziehungsweise des Implantates einzuführen. In der vorliegenden Studie erwies sich die korrekte Einhaltung des Anstellwinkels der Sonde während der klinischen Untersuchung mitunter als schwierig, da die Suprakonstruktion eine optimale Positionierung nicht selten behinderte.

In dieser Studie kam dem marginalen Knochenabbau um die untersuchten Implantate, als eines der entscheidenden Erfolgskriterien, eine gewichtige Bedeutung zu. Die röntgenologische Diagnostik diente als aussagekräftiges Hilfsmittel zur nichtinvasiven Verlaufskontrolle. An den Implantaten wurde ein Referenzpunkt zur Ermittlung des Verlustes an vertikaler periimplantärer Knochenhöhe gewählt. Die Verbindungsstelle zwischen Implantat und Aufbau beziehungsweise, bei suprakrestal positionierten Implantaten, die Knochenhöhe am Tag der Implantation erwies sich diesbezüglich als gut reproduzierbar. Eine auf 0,5 mm genaue Bestimmung des radiologischen Attachmentlevels (AL) wurde dadurch ermöglicht (siehe 8.4.2.).

Die regelmäßige Erhebung des knöchernen AL gilt als ein wichtiger Parameter zur Früherkennung pathologischer Veränderungen im periimplantären Gewebe ebenso wie im Parodont natürlicher Zähne [Mombelli 1994, 82ff]. Als essentiellen Bestandteil periimplantärer Diagnostik empfahl STRID [Strid 1985, 186ff] jeweils sechs und zwölf Monate nach Eingliederung der Suprakonstruktion und im weiteren Verlauf einmal jährlich Röntgenbilder anzufertigen. Darüberhinaus empfiehlt BRÄGGER [Brägger 1994, 91] Kontrollaufnahmen direkt im Anschluss an die chirurgische Intervention anzufertigen, um einen frühestmöglichen Referenzpunkt für spätere Vergleiche festzuhalten. Diese Aufnahmen dienten auch in der vorliegenden Untersuchung als Ausgangspunkt zur Messung des marginalen Knochenabbaus.

Zusammenfassend ist über das Studiendesign zu festzustellen, dass mit der verwendeten Methode eine gesicherte Aussage über den Implantaterfolg in augmentiertem Knochen getroffen werden konnte.

Nach umfangreicher Analyse und Literaturrecherche musste festgestellt werden, dass die in dieser retrospektiven Studie vorliegenden Behandlungsunterlagen (Orthopantomogramme) für eine wissenschaftliche Untersuchung des Augmentationsverfahrens hinsichtlich erreichter Augmentationshöhe und etwaiger Resorptionsvorgänge im Heilungsverlauf nicht ausreichend waren. Die Vermessung der Röntgenbilder zur Bestimmung der erzielten Augmentationshöhe und deren Stabilität lieferte unklare oder sogar widersprüchliche Ergebnisse. Es ließ sich kein klar reproduzierbarer Referenzpunkt festlegen. Ein gleichbleibender Anlegewinkel des Messlineales war nicht zu garantieren. Bedingt durch das retrospektive Studiendesign fanden sich zudem Augmentationsregionen mit unbelasteter Heilung

neben Regionen mit simultaner Implantation sowie augmentierten Kieferabschnitten, die während ihrer Heilungsphase mit einer provisorischen Prothese versorgt waren. Die gewonnenen Messergebnisse zu Augmentatvolumen und Resorptionsstabilität wurden aus diesen Gründen als nicht verwertbar angesehen.

Diesbezüglich müssen die Ergebnisse nachfolgender prospektiver Untersuchungen mit standardisiertem Behandlungsprotokoll abgewartet werden. Interessant wäre hierbei eine röntgenologische Untersuchung der Augmentationsregion während des Behandlungs- und Heilungsverlaufes mittels dreidimensionaler Bildgebung. Obwohl moderne digitale Cone-Beam-Volumentomographen (z.B. Gendex CB-500, KAVO Dental GmbH, Hamburg; Galileos Compact, Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim; Kodak 9000 3D, Carestream Health Deutschland GmbH, Stuttgart) bei in dieser Indikation vergleichbaren Ergebnissen eine geringere Strahlenbelastung als die herkömmliche Computertomographie aufweisen, ist eine mehrmalige Anwendung im Rahmen einer Studie aus Strahlenschutzgründen noch immer kritisch zu betrachten. Eine weitere, weniger invasive Möglichkeit zur Verlaufsuntersuchung des Gewebevolumens wäre die Abformung und Modellherstellung zu den Zeitpunkten vor und nach Augmentation sowie nochmals vor Implantatinsertion. Die Gewebedimension kann anschließend über einen CAD/CAM-Scanner erfasst und vergleichend ausgewertet werden [Fickl 2008b, 358f; Fickl 2008c, 909f]. Eine zusätzliche Messung der Schleimhautdicke und Übertragung der Daten auf ein Sägeschnittmodell erlaubt die isolierte Untersuchung des Knochenvolumens [Lambrecht 2004, 29]. Zur Beurteilung der Knochenqualität können zum Zeitpunkt der Implantatinsertion mit der Trepanfräse entnommene Knochenzylinder histologisch untersucht werden.

10.2. Diskussion der Ergebnisse

In dieser Studie liegen zur Erfolgsbewertung der Implantate bis über dreizehnjährige Untersuchungsergebnisse bei Sinusliftpatienten, bis über elfjährige bei Onlaypatienten und bis über sechsjährige bei Distractionspatienten vor. Die gewonnenen Befunde sollen abschließend im Vergleich mit der vorliegenden Literatur diskutiert und differenziert beurteilt werden.

10.2.1. Mundhygiene und periimplantäre Gesundheit

Die Kontamination der Implantatoberfläche mit bakterieller Plaque als Ursache periimplantärer Erkrankung wurde eingehend beschrieben [Lindhe 1992, 14; Pontoriero 1994, 257; Lindquist 1996, 334; Esposito 1998b, 742-745; Mombelli 1998, 63]. Der Einfluss der Mundhygiene auf die Langzeitprognose dentaler Implantate gilt als statistisch belegt [Heitz-Mayfield 2008, 301; Lindhe 2008, 284]. Das Alter der Patienten, deren manuelle Geschicklichkeit, Position und Anzahl der Implantate sowie die Gestaltung der prothetischen Suprastruktur sind Faktoren mit entscheidendem Einfluss auf die individuelle Mundhygienefähigkeit. Nach der Ansicht von BEHNEKE [Behneke 2004, 343] kann deshalb die Behandlung von Patienten mit implantatgetragenen Zahnersatz niemals als abgeschlossen gelten. Zum langfristigen Erhalt des Therapieerfolges hält er die Erstellung eines individuellen Risikoprofiles, die regelmäßige Überwachung und gegebenenfalls begleitende Therapiemaßnahmen für zwingend notwendig.

Obwohl der in dieser Studie ermittelte Prozentsatz erkrankter oder gescheiterter Implantate von 44,7% (siehe 9.2.4.) innerhalb der in der Literatur beschriebenen Grenzen liegt [Lindhe 2008, 284], weist der vorgefundene mPIL \geq Grad II [Mombelli 1994, 84] an 35,9% der Implantate (siehe 9.2.1.) auf eine allgemein verbesserungswürdige Mundhygienesituation der untersuchten Patienten hin. Unterstützt wird diese Annahme durch die Angaben zu individuellen Mundhygienegewohnheiten (siehe 9.3.). 64,1% der Befragten gaben an nur unregelmäßig oder nie eine häusliche Interdentalreinigung durchzuführen. Regelmäßige Nachsorgetermine besuchten nur 59% der Patienten. 33,3% gaben sogar an, nicht über die Notwendigkeit einer unterstützenden Implantatnachsorge aufgeklärt worden zu sein oder konnten sich nicht mehr daran erinnern.

Die erforderlichen Untersuchungsintervalle können nicht statisch festgelegt, sondern sollten unter Berücksichtigung der patientenindividuellen Compliance und der obengenannten Risikofaktoren bestimmt werden [Behneke 2004, 343].

Besonders Patienten, welche zur Implantatchirurgie vom Hauszahnarzt an die Klinik überwiesen werden, müssen über die obligate, unterstützende Erhaltungstherapie aufgeklärt werden [Axelsson 2004, 751]. Die Termine zur Nachuntersuchung sollten eine Beurteilung der Mundhygiene (Plaqueindex), eine Diagnose entzündlicher Veränderungen (Blutungsindex, Sulkusfluidflußrate), eine Diagnose eines Attachmentverlustes, sowohl bezogen auf die Weichgewebe (Sondierungstiefe, Attachmentlevel), als auch auf die Hartgewebe (Röntgenkontrolle), eine Kontrolle der ästhetischen Wirkung und der Suprastruktur (Passung, Frakturen,

Schraubenlockerung), eine Beurteilung der funktionellen Integration (Okklusionskontrolle, Kinetik) sowie eine professionelle Reinigung der mundhöhlenexponierten Oberflächen enthalten [Behneke 2004, 343]. Diese Termine können unter zahnärztlicher Kontrolle von einer ausgebildeten Dentalhygienikerin durchgeführt werden. Bietet die überweisende Praxis kein systematisches Konzept zur Implantatnachsorge an, müssen die Patienten nach Absprache mit dem Hauszahnarzt in den klinikinternen Recall eingebunden werden.

Ein Hilfsmittel zur Verbesserung der häuslichen Mundhygiene stellen elektrische Zahnbürsten dar. Nachdem über lange Zeit keine Evidenz für eine Überlegenheit der elektrischen gegenüber der klassischen Handzahnbürste vorlag [Deery 2004, 198], sprechen aktuelle systematische Literaturübersichtsarbeiten [Niederman 2003, 1241ff; Vandekerckhove 2004, 209; Robinson 2005, 15f] modernen oszillierenden Modellen (z.B. Oral-B Triumph™, Braun GmbH, Kronberg/Taunus) oder sogenannten Schallzahnbürsten (z.B. Sonicare FlexCare™, Philips GmbH, Hamburg) Vorteile zu. Tendenziell arbeiteten Schallzahnbürsten schonender [Tritten 1996, 647] und effektiver [Wolff 1998, 827] als Modelle mit rotierendem Kopf. Ihre Eignung zur Reinigung implantatgetragener Restaurationen bestätigten WOLFF und Mitarbeiter bereits 1998 [Wolff 1998, 827]. Die Auswertung des Fragebogens in der vorliegenden Studie ergab, dass von 39 Patienten nur 17 (43,6%) eine elektrische Zahnbürste verwendeten, darunter nur zwei (5,1%) eine Schallzahnbürste (siehe 9.3.). Eine Beratung der Patienten mit dem Ziel, sie von der Verwendung einer Schallzahnbürste zu überzeugen, kann die Prognose aller in situ befindlichen und zukünftig inserierten Implantate verbessern.

10.2.2. Implantaterfolg nach Sinuslift

Umfangreiche Daten zum Implantaterfolg nach Sinusbodenelevation liefern die von WALLACE und FROUM im Jahr 2003 [Wallace 2003, 328-343] sowie DEL FABBRO und TESTORI im Jahr 2004 [Del Fabbro 2004, 565-577] veröffentlichten Literaturübersichtsarbeiten. Die beiden Studien bestätigen der Operationstechnik, in der grundsätzlichen Frage nach der Voraussagbarkeit des Implantaterfolges im augmentierten Sinus (92,6 bzw. 91,49%), verglichen mit Implantaten im nichtaugmentierten Oberkieferseitenzahnbereich (95,1%), eindeutig ähnliche Überlebensraten. In der Analyse der verwendeten Materialien und Operationsabläufe wurden jedoch Unterschiede ersichtlich. So erzielten Implantate mit rauer Oberfläche bessere Überlebensraten (91,6 bzw. 95,98%) als glatte Implantate (84,0 bzw. 85,64%). Die Verwendung partikulären Augmentationsmaterials zeigte sich Blockaugmentationen im Sinus maxillaris überlegen. Die Abdeckung des lateralen Knochenfensters mit einer resorbierbaren Membran steigerte den Augmentationserfolg. Bezüglich der Implantatüberlebensraten bei simultaner (89,7 bzw. 92,17%) und verzögerter Implantation (89,6 bzw. 92,93%) wurde kein signifikanter Unterschied ermittelt. Besonders aufschlussreich war der Vergleich der unterschiedlichen Materialien zum Knochenaufbau. So betragen die Überlebensraten in der Auswertung von DEL FABBRO 87,70% für rein autogenen Knochen, 94,88% für eine Kombination aus autogenem Knochen und Knochenersatzmaterial (KEM)

und sogar 95,98% bei Verwendung von 100% KEM [Del Fabbro 2004, 567]. Auch WALLACE stellt klar heraus, dass aus der Verwendung autogenen Materiales zur Sinusbodenaugmentation, nach Stand der aktuellen Literatur, keine Verbesserung der Implantatüberlebensrate resultiert [Wallace 2003, 334, 337ff].

Bei den in dieser Studie nachuntersuchten Sinusliftoperationen wurde ausschließlich autogenes Material über einen lateralen Zugang in die Kieferhöhle eingebracht. Die allgemeine Implantatüberlebensrate liegt mit 87,2% nach mehr als sieben Jahren nahe an dem von DEL FABRO angegebenen Durchschnittswert von 87,7%. Auch die strengeren Bedingungen zum Implantaterfolg nach ALBREKTSSON [Albrektsson 1986, 12ff] (84,8% erfolgreich), des ICOI [Misch 2008b, 8] (77,2% Grad I oder Grad II) sowie die durch Patientenangaben erweiterten Kriterien (74,7% erfolgreich) bestätigen die positive Bilanz der durchgeführten Therapiemaßnahmen (siehe 9.6.2.). Da bei den nachuntersuchten Patienten entsprechend der Einschlusskriterien jedoch ausschließlich Sinusbodenaugmentationen ohne zusätzliche direkte Alveolarkammerhöhung (z.B. durch Auflagerungsosteoplastik) durchgeführt wurden, muss die Indikationsstellung zur autogenen Knochentransplantation überdacht werden. Die Implantatüberlebensrate von 100% in der Gruppe „Sinuslift i.o.“ weist, obgleich wegen der geringen Patientenzahl (n=6) kritisch zu betrachten, tendenziell auf eine Überlegenheit intraoral gewonnenen Materials gegenüber autogenen Knochentransplantaten vom Beckenkamm (85,5%) hin. Der therapeutische Sinn einer autogenen Knochenentnahme im Rahmen eines Sinusliftes allein kann jedoch, nach den vorliegenden Literaturdaten, bezweifelt werden. Bestärken lässt sich diese Annahme mit den in dieser Studie erhobenen Patientenangaben zu postoperativen Beschwerden nach Sinusbodenaugmentation. Diese bezogen sich in 31,8% der Fälle auf die Augmentationsregion, dagegen zu 54,5% auf die Donorregion (siehe 9.1.1.). Die zusätzliche Entnahmemorbidität durch Schmerzen, Narben, Bewegungseinschränkung und Klinikaufenthalt erscheint überflüssig, wenn durch Verwendung von Knochenersatzmaterialien (z.B. BioOss®, Geistlich, Baden Baden) zur Sinusbodenaugmentation gleiche oder sogar bessere Behandlungserfolge erzielt werden können [Del Fabbro 2004, 572]. Als Indikation zur zusätzlichen Verwendung autogenen Materials bleiben Ausgangssituationen mit inadäquatem interalveolärem Abstand bestehen, die eine zusätzliche, direkte Alveolarkammerhöhung verlangen [McAllister 2007, 379]. Wird in solchen Fällen autogenes Material auch in die Kieferhöhle eingebracht, sollte dies nur in partikulärer Form und in Kombination mit KEM geschehen [Wallace 2003, 337; Del Fabbro 2004, 572].

Weitere Studien im Split-Mouth-Design sind zur endgültigen Bewertung der unterschiedlichen Augmentationsmaterialien erforderlich. Als offene Fragen mit bislang unzureichender Datenlage verbleiben unter anderem welchen Einfluss zum Beispiel das Rauchen, die präoperative Restknochenhöhe oder neue Implantatoberflächen (z.B. SLActive®, Straumann GmbH, Freiburg; Laser-Lok®, Biohorizons, Kirchzarten) auf Heilung und Implantatüberlebensrate nach Sinusbodenaugmentation haben.

10.2.3. Implantaterfolg nach Auflagerungsosteoplastik und Distraktionsosteogenese

Eine vorhersehbar erfolgreiche, chirurgische Augmentation atrophischer Alveolarkammabschnitte in vertikaler Dimension zur anschließenden implantatprothetischen Restauration wurde sowohl für das Verfahren der autogenen Auflagerungsosteoplastik (AO) [Adell 1990b, 233-246; Jensen 1991, 1277-1287; Donovan 1994, 588-594; Lundgren 1997, 428-434; Iizuka 2004, 609; van der Meij 2005, 156; Barone 2007, 2039-2046] als auch für die Distraktionsosteogenese (DO) des Alveolarkammes [Gaggl 2000, 420-429; Rachmiel 2001, 510-517; Jensen 2002, 52-68; Raghoobar 2002, 564; Chiapasco 2004a, 399-407; Chiapasco 2004b, 82f; Chiapasco 2006a, 394-402] beschrieben. Trotzdem gilt es einige Faktoren zu berücksichtigen.

Primär ist die Komplikationsrate der beiden Verfahren zu diskutieren. Unerwartete Probleme in der Augmentationsregion wie Nervschädigung, Wunddehiszenz, Infektionen oder eine abweichende Distraktionsrichtung können während der Behandlung auftreten [Chiapasco 2007, 439].

In der vorliegenden Studie stellte eine Patientin einen einseitigen, permanenten Sensibilitätsausfall in der Versorgungsregion des Nervus mentalis in direkten Zusammenhang mit der Distraktorimplantation. Drei weitere Patienten (2x AO, 1x DO), die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Sensibilitätsstörung der Nervi mentales oder infraorbitales angaben, hatten bereits vorangehende chirurgische Eingriffe im Augmentationsgebiet erlebt (1x Traumachirurgie, 2x Tumorresektion) und konnten das erstmalige Auftreten der neuronalen Ausfallerscheinung nicht zeitlich exakt festsetzen. Eine genaue Angabe zur Häufigkeit einer Nervläsion ist, auch bedingt durch die geringe Patientenanzahl in der Gruppe DO, nicht möglich.

In den bearbeiteten Behandlungsprotokollen fanden sich Angaben über Wunddehiszenzen in zwei Fällen (1x AO, 1x DO) und einmalig über eine vorzeitig beendete Distraktionsphase wegen Instabilität des Distraktors. In allen Fällen blieb dies jedoch ohne entscheidende Folgen für das Augmentationsergebnis. Zur Infektion im augmentierten Areal und infolgedessen teilweisem Verlust des aufgelagerten Transplantates kam es in zwei Fällen (2xAO).

Abgesehen von der nicht genau festzulegenden Anzahl an Nervschädigungen sowie postoperativen Schmerzen, die sechs Patienten (31,5%) beschrieben (siehe 9.1.1.), kann die Wahrscheinlichkeit zum Auftreten von Komplikationen in der Augmentationsregion innerhalb der vorliegenden Studie als gering bezeichnet werden. Hinsichtlich postoperativer Beschwerden in der Augmentationsregion bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen AO und DO. Die zusätzliche Entnahmemorbidität bei AO soll unter 10.2.4. erläutert werden.

Als zweiter Diskussionspunkt steht die Frage nach der Stabilität der durch AO oder DO erzielten, neuen Knochenhöhe sowohl vor, als auch nach Implantatinsertion im Raum. Vorteile hinsichtlich der, im Rahmen der vorliegenden Studie nicht

untersuchten, präimplantologischen Dimensionstreuung (siehe 10.1.) sieht CHIAPASCO auf Seiten der DO. Unter funktioneller Belastung verhielten sich die periimplantären Knochenstrukturen beider Gruppen in seinen Untersuchungen ohne nennenswerte Unterschiede [Chiapasco 2007, 438].

Die Ergebnisse dieser Studie bezüglich Sondierungstiefe (siehe 9.2.1.), ästhetischer Aspekte (siehe 9.2.2.), röntgenologischem Knochenverlust (siehe 9.2.3.) und Implantatgesundheit (siehe 9.2.4.) weisen dagegen auf einen signifikant schlechteren Zustand der Implantate nach AO hin. Dieser Eindruck wird bekräftigt durch die errechneten Überlebensraten für Implantate von 70,0% nach AO und 91,3% nach DO. Trotzdem liegen beide Werte innerhalb der Literaturangaben von 60-100% nach AO und 90,4-100% nach DO [Chiapasco 2006b, 152f; Froum 2008, 340ff], wenn auch im unteren Bereich.

Nach DO stellten sich die Überlebens- und Erfolgsraten für Implantate im augmentierten Gebiet (91,3 bzw. 78,3%) vergleichbar den Werten dar, wie sie von Implantaten in nativem Knochen erreicht werden [Albrektsson 1986, 12ff; Adell 1990a, 355f; Lekholm 1994, 630; Lindquist 1996, 334; Buser 1997, 166; Arvidson 1998, 229; Weber 2000, 146; Leonhardt 2002, 130]. Implantate nach AO (70,0 bzw. 55,3%) konnten diese Vorgaben nicht erfüllen (siehe 9.6.). Die Implantatprognose nach AO erschien somit deutlich schlechter.

Die Ergebnisse bei Auflagerung von membranösem, intraoral gewonnenem Knochen, verglichen mit der Verwendung von endochondralem, extraoral entnommenem Knochen, wurden in der vorliegenden Studie auf Grund der geringen Patientenzahl nicht getrennt untersucht. Verschiedene Autoren beschrieben eine bessere Resorptionsstabilität membranöser Transplantate [Nkenke 2002, 519]. SCHLIEPHAKE und Mitarbeiter konnten jedoch keinen statistisch relevanten Unterschied hinsichtlich der Implantatüberlebensrate zwischen den beiden Gruppen feststellen [Schliephake 1997, 1230].

Eine sinnvolle Therapieoption scheint die Kombination einer Auflagerungsteoplastik mit GBR-Maßnahmen zu sein. Verschiedene Autoren berichten über gute Ergebnisse durch zusätzliche Defektfüllung mit partikulärem Material und Membranabdeckung [von Arx 2006, 365; Raghoobar 2007, 362f].

Innerhalb der vorliegenden vergleichenden Studie konnte gezeigt werden, dass die Rekonstruktion zahnloser Kieferareale mit einem aus implantologischer Sicht insuffizienten vertikalen Knochenangebot, sowohl mittels autogener Auflagerungsteoplastik, wie auch mittels Distraktionsosteogenese möglich ist. Zusammenfassend ist jedoch hervorzuheben, dass beide Verfahren neben ihren Vorteilen auch Limitationen implizieren.

Unter Berücksichtigung der Studiendaten lässt sich schlussfolgern, dass die Behandlung vertikaler Alveolarkammdefekte durch AO autogenen Materialen vom Beckenkamm oder vom Ramus mandibulae ein verlässliches Verfahren darstellt. Die röntgenologischen Daten zeigen, dass die durch AO erzielte Knochenhöhe nach

funktioneller Belastung zum großen Teil erhalten bleibt, wenn auch, verglichen mit der Distractionsgruppe, ein im Mittel größerer vertikaler Knochenverlust festzustellen war.

Die DO bietet die Möglichkeit der Augmentation vertikaler Defekte ohne Eröffnung einer zweiten Operationsregion zur Knochenentnahme. Zusätzlich kommt es zur Vermehrung und zum Mitwachsen (Neohistogenese) des bedeckenden Weichgewebes, welches bei AO erst durch aufwendige Lappenplastiken mobilisiert werden muss [Zöller 2007, 214f]. Trotzdem kann die Technik der DO das Verfahren der AO nicht ersetzen, da ihre klinischen Möglichkeiten auf eine vertikale Korrektur von Alveolarkammdefekten beschränkt sind. Die Indikationsstellung in der Auswahl passender Fälle wird hierdurch eng begrenzt. Tatsächlich erscheint diese Augmentationstechnik bei kombiniert vertikalen und horizontalen Defekten, sowie bei geringer Restknochenhöhe ungeeignet. Durch AO wird selbst in diesen schwierigeren Situationen die Modellation eines neuen, knöchernen Alveolarkammes ermöglicht [Chiapasco 2007, 439].

Beiden Verfahren gemeinsam ist ein gewisses Risiko zur Nervschädigung, Wunddehiszenz oder Infektion im Augmentationsgebiet.

Die unter 9.1.4. aufgeführten Probleme und Beschwerden im Alltag der Patienten mit dem Distraktor in situ erschienen nicht als starke Beeinträchtigung. Bei häuslichen Schwierigkeiten können die Aktivierung des Distraktors sowie regelmäßige Mundhygienesitzungen während der Dauer der Distractionsphase auch unter Anleitung und Hilfestellung in der Klinik durchgeführt werden.

Eine klare Beantwortung der Frage, welche der beiden Methoden nun die Bessere ist, ist abschließend nicht möglich. Die autogene AO hat ein breiteres Indikationsspektrum, da ihre Anwendung auch bei komplexer Defektmorphologie möglich ist. Auf der Negativseite steht der zusätzliche Eingriff an der Entnahmestelle. Bei adäquater Restknochenhöhe und ausreichender Alveolarkammbreite ist die Distractionsosteogenese aufgrund ihrer geringeren Morbidität, der besseren Implantatprognose und dem ästhetisch ansprechenderen Weichgewebsergebnis zu bevorzugen.

10.2.4. Entnahmemorbidität

Auch wenn die klinische Anwendung von Knochenersatzmaterialien, Wachstumsfaktoren oder Stammzellen vielversprechende Ergebnisse liefert, kann in bestimmten Indikationen noch immer nicht auf Eigenknochen als Augmentationsmaterial verzichtet werden. Die Entnahmeregionen innerhalb dieser Studie waren der Beckenkamm (24x), der Ramus mandibulae (7x) und die Symphyse des Unterkiefers (2x) (siehe 10.2.3.). Die aufgetretenen Komplikationen sollen nachfolgend bewertet und die Indikationsstellung für zukünftige Eingriffe diskutiert werden.

In der aktuellen Literatur finden sich zahlreiche, zum Teil sogar widersprüchliche Angaben über die zu erwartende Komplikationsrate nach autogener

Knochenentnahme vom Becken [Bloomquist 1980, 63f; Caddy 1985, 542f; Canady 1993, 581; Beirne 1996, 269f; Kalk 1996, 1424-1429; Rudman 1997, 221; Hardy 1999, 254f]. Beschrieben werden geringfügige Komplikationen wie postoperative Hämatome, temporäre Schmerzen oder temporäre Sensibilitätsstörung der Haut, aber auch schwere Komplikationen wie persistierende Schmerzen oder andauernde Sensibilitätsstörung. Hinzu kommen schmerz- und schwellungsbedingte Bewegungseinschränkung, Notwendigkeit eines Klinikaufenthaltes und eine sichtbar verbleibende Narbe in der Haut des seitlichen Beckens.

Hämatome in der Donorregion bildeten sich in dieser Untersuchung an elf Patienten (45,8%) aus. Temporäre Sensibilitätseinschränkungen traten an sechs Patienten (25,0%) auf. Bei elf Patienten (45,8%) verschwanden die postoperativen Schmerzen innerhalb weniger Wochen nach dem Eingriff. Somit wurde mindestens eine dieser geringfügigen Komplikationen von 13 Patienten (54,2%) beschrieben.

Die Literaturangaben zu schwerwiegenden, länger als ein Jahr nach Operation andauernden sensorischen Störungen liegen zwischen 0 und 25% [Hill 1999, 727; Ahlmann 2002, 718]. Noch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung persistierende Sensibilitätsausfälle bestanden an zwei Patienten dieser Studie (8,3%), was im Literaturvergleich als durchaus positives Ergebnis zu werten ist.

Zu persistierenden Schmerzen im Zusammenhang mit der Entnahmeoperation findet man Prozentangaben von 1,3 bis 27% [Marx 1988, 197f; Summers 1989, 678f; Forrest 1992, 90; Tayapongsak 1994, 298f; Hill 1999, 727]. Hierfür liegen die Ergebnisse dieser Untersuchung mit 16,7% (n=4) persistierenden Schmerzen in der Donorregion im Literaturdurchschnitt (siehe 9.1.).

Wenn jedoch, wie in der vorliegenden Untersuchung, sechs von insgesamt 24 Patienten (25%) von schwerwiegenden Komplikationen nach Knochenentnahme vom Beckenkamm betroffen sind, kann nicht mehr von einer sicheren Behandlungsmethode gesprochen werden. Dieser negative Gesamteindruck relativiert sich geringfügig, wenn berücksichtigt wird, dass die andauernde Schmerzintensität von drei der vier Befragten als „wenig/kaum“ eingestuft wurde. Die zurückbleibende Narbe in der Entnahmeregion schien für die breite Mehrheit der befragten Patienten kein gravierendes Problem darzustellen, weder hinsichtlich der ästhetischen Beeinträchtigung noch möglicher Druckempfindlichkeit (siehe 9.1.1. und 9.1.5.).

Intraorale Knochenentnahmen können zur Alveolarkammrekonstruktion vor dentaler Implantation mit sehr guten Ergebnissen durchgeführt werden. Die räumliche Nähe von Entnahmestelle und Augmentationsregion verringert den Zeitaufwand bei der Anästhesie und bei den chirurgischen Maßnahmen selbst entscheidend [Raghoobar 2007, 363]. Durch Beschränkung des Eingriffes auf die intraorale Region wird die Durchführung in örtlicher Betäubung möglich. Ein stationärer Klinikaufenthalt entfällt.

Von sieben Patienten, denen innerhalb der vorliegenden Untersuchung Eigenknochen aus dem Ramus mandibulae entnommen und zur Augmentation

transplantiert wurde, gab keiner andauernde Schmerzen länger als zwei Wochen postoperativ an. Weder über temporäre noch über persistierende Sensibilitätsstörungen wurde berichtet. Die Häufigkeit schwerwiegender Komplikationen für diese Entnahmeregion lag damit bei 0%. Ein Patient berichtete nach Knochenentnahme über ein Hämatom in der Kieferwinkel- und Halsregion. Dieser sowie ein weiterer Patient gaben postoperativ temporäre Schmerzen in der Entnahmeregion an. Geringfügige Komplikationen traten somit nach retromolarer Knochenentnahme im Unterkiefer mit einer Häufigkeit von nur 28,6% auf.

Diese hervorragenden Ergebnisse werden bei Durchsicht der Literaturdaten zur Donorregion retromolarer Unterkiefer durch die Ergebnisse zahlreicher Studien unterstützt [von Arx 1996, 392; Raghoobar 1996, 1182; Misch 1997, 770; von Arx 1998, 453; Khoury 1999, 563; Misch 1999, 1376; Raghoobar 2007, 364]. MISCH [Misch 1999, 1376] und RAGHOEBAR [Raghoobar 2007, 364] schlagen vor, die retromolare Knochenentnahme in Verbindung mit einer Ostektomie eines Unterkieferweisheitszahnes vorzunehmen, um die Akzeptanz der Patienten gegenüber der Durchführung der Entnahmeoperation zu erhöhen. Postoperative Beschwerden werden dadurch besser toleriert, da der Patient diese in Zusammenhang mit der Zahnentfernung stelle und somit bereits von vornherein erwarte.

Limitierender Faktor bei Knochenentnahme vom Ramus mandibulae ist das anatomisch begrenzte Knochenangebot [Nkenke 2002, 519]. Verglichen mit der mandibulären Symphyse erlaubt diese Region nur die Entnahme von etwa der Hälfte an Knochenvolumen [Misch 1997, 771]. Die Einbeziehung des Unterkieferkörpers in die Entnahmeregion ist zum Volumengewinn möglich, erhöht jedoch das Risiko einer direkten Schädigung des neurovaskulären Bündels und kann somit zu postoperativen Sensibilitätsstörungen führen [Raghoobar 2007, 364].

Gerade hinsichtlich neuronaler Beeinträchtigungen beschreiben vergleichende Studien ein vermehrtes Auftreten nach Knochentransplantation von der mandibulären Symphyse [Nkenke 2001, 497f; von Arx 2005, 437; Raghoobar 2007, 364]. RAGHOEBAR berichtet zusätzlich von gesteigerten subjektiven Beschwerden der Patienten beim Essen und Sprechen [Raghoobar 2007, 364]. Eine objektivierbare oder auch nur subjektiv empfundene Konturveränderung im Kinnprofil trat dagegen nur sehr selten auf. Aus den in der vorliegenden Studie gewonnenen Daten können keine entsprechenden Rückschlüsse gezogen werden, da nur zwei Patienten mit dieser Donorregion nachuntersucht wurden. Trotzdem muss festgestellt werden, dass in beiden Fällen postoperative Sensibilitätsausfälle auftraten, die an einem Patienten sogar noch bei Nachuntersuchung verifizierbar waren. Trotz der Vorteile der Knochengewinnung aus der Symphysenregion, wie gutem operativen Zugang und dem größeren Knochenangebot im Vergleich zum Ramus, sind sich die obengenannten Autoren einig, dass die Patienten vor dem Eingriff ausführlich über mögliche postoperative Sensibilitätseinschränkungen im Versorgungsbereich des Nervus mentalis aufgeklärt werden müssen.

Auch wenn die Indikation unter 10.2.2. und 10.2.3. eingeschränkt wurde, bleibt die autogene Knochentransplantation das Verfahren der Wahl zur chirurgischen Rekonstruktion bei komplexen Alveolarkammdefekten, ausgeprägter Atrophie, nach Tumorresektion oder bei Dysgnathieoperationen. Zusammenfassend ist nach Auswertung der Daten dieser Untersuchung sowie nach Stand der aktuellen Literatur die retromolare Region der mandibulären Symphyse als intraorale Donorregion vorzuziehen, insbesondere wenn die Entnahme mit einer Weisheitszahnentfernung kombiniert werden kann. Bei guter Patientenakzeptanz sowie geringer Inzidenz klinischer Komplikationen und subjektiver Beschwerden bietet der mandibuläre Ramus die beste Option zur Rekonstruktion lokaler Alveolarkammdefekte [Raghoobar 2007, 364]. Für die Augmentation ausgedehnter Knochendefekte, die mit beidseitiger Entnahme am Ramus mandibulae nicht zu gewährleisten ist, stellt der Beckenkamm die probate Donorregion dar. Ein operativer Zugangsweg von posterior scheint mit einer geringeren Komplikationsrate einherzugehen [Ahlmann 2002, 719; Nkenke 2004, 162].

10.2.5. Patientenzufriedenheit

Hinsichtlich objektivierbarer klinischer Parameter stellte sich, bis auf wenige Einzelfälle, nach den durchgeführten Behandlungsmaßnahmen zumeist ein zufriedenstellender Behandlungserfolg ein. Wie aber beurteilten die Patienten das erreichte Ergebnis, sowie die Ihnen zugemutete Belastung bis zum Behandlungsabschluss?

DONABEDIAN sprach bereits in seinem im Jahr 1966 vorgestellten Modell zur Beurteilung der Qualität ärztlicher Leistungen den Aktivitäten des Patienten, sowohl während des Behandlungsablaufes, wie auch bei der Bewertung des Ergebnisses eine entscheidende Rolle zu [Donabedian 1966, 167ff]. Unter Berücksichtigung der Theorien von DONABEDIAN konzipierten MEYER und MATTMÜLLER ein Qualitätsmodell, welches besonders den Stellenwert des Kunden, oder in diesem Fall des Patienten, als aktiver Wertschöpfungspartner in der Dienstleistungserstellung hervorhebt [Meyer 1987, 192]. Sie definierten den Begriff der Ergebnisqualität als die Wirkung, die der Leistungserstellungsprozess beim Kunden hinterlässt. Diese Qualitätsdimension setzt sich zusammen aus dem unmittelbar wahrnehmbaren Endergebnis der Behandlung, das sich zeitlich genau fixieren lässt, und der daraus resultierenden Folgequalität, die man häufig erst wesentlich später wahrnimmt und die sich über einen längeren Zeitraum erstreckt. Die Frage, ob der klinische Eindruck bei Behandlungsabschluss und bei folgenden Kontrolluntersuchungen ein reales Bild der erreichten Ergebnisqualität widerspiegelt, oder ob dieser Eindruck nicht zur Erfolgsbeurteilung genügt, soll nachfolgend diskutiert werden.

Die Auswertung des Patientenfragebogens [Anlage 1] lieferte hierzu unterschiedlich geartete Ergebnisse. Der primär positive Eindruck aus Sicht des Kliniklers wird unterstützt durch die Akzeptanz von Implantaten als vollwertigen Zahnersatz durch 89,7% (n=35) der Patienten. Die im Durchschnitt gute bis sehr gute Benotung des

ästhetischen und funktionellen Gesamteindruckes und die Tatsache, dass 97,4% (n=38) der Patienten Implantate weiterempfehlen würden ergänzt dieses Bild.

Dem entgegen stehen die Antworten zu Erwartungen an das Behandlungsergebnis. Knapp 10% (n=4) zeigten sich vom Erreichten enttäuscht. 20,5% (n=8) konnten ihre Implantate im Alltag subjektiv nur „eingeschränkt belasten“. Auch klinisch gesunde Implantate können unter derartigen Umständen nur als Teilerfolg gewertet werden.

Unter 13 Befragten, welche den durchgeführten Behandlungsaufwand als „zu hohe“ Belastung empfanden, waren allein zehn Patienten mit Donorregion am Becken (siehe 9.4.). Zumindest in drei dieser Fälle (3x Sinuslift BK) wäre womöglich auch mit geringerem Aufwand eine erfolgreiche Augmentation durchführbar gewesen (siehe 10.2.2.). Bekräftigt wird die Forderung nach einer strengeren Indikationsstellung zur Beckenkammernahme von der Tatsache, dass unter sechs Befragten (15,4%), die eine ähnliche Therapie kein zweites Mal durchführen lassen wollten, vier Patienten (2x allein zum Sinuslift BK) mit dieser Donorregion waren (siehe 9.4.).

Interessant hinsichtlich der Bewertung der Implantate ist der signifikante Unterschied zwischen dem klinisch messbaren und dem auf Patientenseite subjektiv empfundenen Erfolg (siehe 9.6.2.). Trotz zufriedenstellenden Werten nach ALBREKTSSONS Kriterien [Albrektsson 1986, 12ff] (74,5% Implantaterfolg) ergaben sich hierzu vor allem innerhalb der Studiengruppe II interessante Ergebnisse. Deutlich mehr als die Hälfte (55,7%) der Implantate nach Auflagerungsosteoplastik und Distractionsosteogenese mussten, unter Berücksichtigung des Patientenempfindens, als subjektiver Misserfolg verbucht werden.

Über den Grund dieses starken Abweichens zwischen klinischem und gefühltem Behandlungserfolg liefern die in dieser Untersuchung erarbeiteten Korrelationstabellen (siehe 9.6.2.4.) ein aufschlussreiches Bild. Als entscheidende Faktoren für die erhöhte subjektive Misserfolgsrate wurden ein unbefriedigendes ästhetisches Gesamtbild und unerfüllte Erwartungen an das Behandlungsergebnis ermittelt.

Als Konsequenz müssen möglicherweise Patienten mit ausgeprägten Alveolarkammdefiziten vor Behandlungsbeginn ausführlicher darüber aufgeklärt werden, dass eine vollständige orale Rehabilitation vergleichbar ihrer natürlichen Dentition, wenn überhaupt, nur sehr selten gelingen kann. Werden eventuell notwendiger Zahnfleischersatz durch rosa Keramik oder Kunststoff, ein unter Umständen verändertes Kaugefühl, eine denkbare Veränderung des Gesichtsprofils und die Notwendigkeit intensiver Mitarbeit hinsichtlich der Mundhygiene im Vorfeld erläutert, können falsche Erwartungen ausgeräumt und spätere Enttäuschungen vermieden werden. Auch eine genaue Aufklärung über die Alternativen bei Nichtbehandlung, wie Zahnlosigkeit oder schleimhautgetragenen Zahnersatz kann helfen, die Vorzüge einer Implantatversorgung zu würdigen.

In jedem Fall weist das festgestellte Auseinanderweichen von klinisch objektivierbarem und subjektiv empfundenem Behandlungsergebnis darauf hin, dass

das subjektive Empfinden des Patienten in die Bewertungskriterien zum Implantaterfolg Eingang finden sollte. Dies kann in der in dieser Studie vorgeschlagenen Weise geschehen oder den Umständen entsprechend angepasst. Eine genaue Erfassung der Vorstellungen und Wünsche des Patienten, seine Einbeziehung in die Behandlungsplanung und eine Mitsprachemöglichkeit an der Gestaltung der prothetischen Versorgung (Zahnform, Stellung, Farbe) können Mittel zur Erhöhung subjektiver und objektiver Erfolgswerte sein und somit die erreichbare Ergebnisqualität steigern

10.3. Schlussfolgerung

Das vorliegende Untersuchungsmodell erlaubte eine Erfolgsbeurteilung verschiedener Augmentationsverfahren ausgehend vom klinischen und radiologischen Gesundheitszustand dentaler Implantate, die simultan oder sekundär in der augmentierten Region inseriert worden waren. Aus den Untersuchungsergebnissen konnten weiterhin die im Folgenden aufgeführten Schlussfolgerungen gezogen werden.

Eine Eingliederung der Implantatpatienten in ein Nachsorgesystem mit individuell festgelegtem Recallintervall muss konsequenter verfolgt werden.

Da in der vorliegenden Literatur die Verwendung von Knochenersatzmaterialien zur indirekten Alveolarkammerhöhung im Oberkieferseitenzahnbereich durch alleinige Augmentation des Sinus maxillaris durchweg positive Ergebnisse erbrachte, muss die Indikation zur autogenen Knochenentnahme für diese Fälle überdacht werden.

Bei rein vertikaler Defektmorphologie ist die Distractionsosteogenese aufgrund ihrer geringeren Morbidität und besseren Implantatprognose der autogenen Auflagerungsosteoplastik vorzuziehen. Auch wenn die Indikation im Rahmen der Auswertung dieser Studie eingeschränkt wurde, bleibt die autogene Knochentransplantation das Verfahren der Wahl zur chirurgischen Rekonstruktion komplexer Alveolarkammdefekte, bei ausgeprägter Atrophie, nach Tumorsektion und bei Dysgnathieoperationen. Eine Augmentation komplexer, kombiniert vertikal/horizontaler Alveolarkammdefekte kann mittels Auflagerungsosteoplastik von autogenem Knochenmaterial aus dem Ramus mandibulae in Kombination mit GBR-Maßnahmen vorhersagbar, komplikationsarm und mit hoher subjektiver Patientenakzeptanz durchgeführt werden. Die retromolare Region ist der mandibulären Symphyse als Donorregion vorzuziehen, insbesondere wenn die Transplantatentnahme mit einer Weisheitszahnentfernung kombiniert werden kann. Zur Augmentation ausgedehnter Knochendefekte, die mit beidseitiger Entnahme am Ramus mandibulae nicht zu gewährleisten ist, stellt der Beckenkamm eine probate Donorregion dar, wenngleich mit erhöhter Komplikationsrate.

Entscheidenden Einfluss auf die subjektive Misserfolgsrate klinisch erfolgreicher Implantate haben ein aus Patientensicht unbefriedigendes ästhetisches Gesamtbild und unerfüllte Erwartungen an das Behandlungsergebnis. Vor allem Patienten mit ausgeprägten Alveolarkammdefekten, deren Rekonstruktion umfangreiche Therapiemaßnahmen erfordert, müssen ausführlich über die Möglichkeiten und Grenzen der erreichbaren oralen Rehabilitation aufgeklärt werden. Das subjektive Empfinden des Patienten sollte, in gleicher oder ähnlicher Weise wie in dieser Studie vorgeschlagen, Teil der Bewertungskriterien zum Implantaterfolg sein.

11. Zusammenfassung

Zielsetzung: Das Ziel der vorliegenden Studie war die Untersuchung und Bewertung der Langzeitstabilität dentaler Implantate nach Alveolarkamm- oder Sinusbodenaugmentation mit autogenem Knochen. Neben der Erfassung klinischer und radiologischer Daten sollte zusätzlich eine subjektive Bewertung des Behandlungsergebnisses durch die Patienten zur Beurteilung des Therapieerfolges bei unterschiedlichen Augmentationstechniken erhoben werden.

Untersuchungsmethode: Zur Schaffung eines suffizienten Implantatlagers wurden zwischen 01. Januar 1993 und 30. September 2006 unterschiedliche augmentative Maßnahmen vorbereitend zur dentalen Implantation durchgeführt. Die vorliegende Studie umfasste 39 Patienten (24 Frauen, 15 Männer) und insgesamt 151 Implantate. Zur statistischen Auswertung wurde das Patientenkontingent in zwei Studiengruppen unterteilt. Studiengruppe I umfasste 22 Patienten (13 Frauen, 9 Männer) im Alter zwischen 29 und 77 Jahren ($57,6 \pm 12,7$ Jahre). Diese Gruppe beinhaltete insgesamt 34 Sinusbodenaugmentationen und 81 inserierte Implantate. Als Augmentationsmaterial diente autogener Knochen vom Beckenkamm (16 Patienten) oder aus intraoralen Donorregionen (6 Patienten). Die Implantation erfolgte bei acht Patienten simultan mit der Augmentation. Wurde ein zweizeitiges Vorgehen gewählt betrug die Einheilzeit vor Implantation zwischen 12 und 32 Wochen ($21,7 \pm 4,5$ Wochen). 19 Patienten (12 Frauen, 7 Männer) im Alter von durchschnittlich $55,5 \pm 13,3$ Jahren (29 bis 73 Jahre) mit insgesamt 70 inserierten Implantaten wurden zu Studiengruppe II zusammengefasst. Bei 13 dieser Patienten (7x Oberkiefer, 10x Unterkiefer) wurde eine Alveolarkammaugmentation mittels Auflagerung von autogenem Knochen aus dem Beckenkamm (10 Patienten) oder der Kieferwinkelregion (3 Patienten) durchgeführt. Bei sechs Patienten (1x Oberkiefer, 5x Unterkiefer) erfolgte eine vertikale Distractionsosteogenese des Alveolarkammes. Die Heilungsphase vor Implantation betrug in dieser Gruppe zwischen 12 und 42 Wochen ($24,3 \pm 6,8$ Wochen). Eine prothetische Versorgung beider Studiengruppen fand im Mittel nach $20,9 \pm 5,7$ Wochen (9 bis 32 Wochen) statt. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug die Liegedauer der nachuntersuchten Implantate ($n=132$) zwischen 3 und 160 Monaten ($81,6 \pm 46,8$ Monate). Die Untersuchung der periimplantären Gewebe erfolgte durch Erhebung klinischer Entzündungszeichen und Sondierungstiefen, sowie radiologisch im Orthopantomogramm verglichen mit der Situation unmittelbar nach Implantatinsertion. Weiterhin bearbeiteten die Patienten einen standardisierten Fragebogen zur subjektiven Bewertung von Behandlungsverlauf und -ergebnis.

Ergebnisse: *Studiengruppe I:* Nach Sinusbodenaugmentation mit autogenem Beckenknochen gingen acht Implantate verloren [1x während der Heilungsphase, 7x während der Funktionsphase]. Im augmentierten Sinus nach intraoraler Transplantatgewinnung konnte ein Implantat nicht primär osseointegriert werden und wurde in der Einheilphase entfernt. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate nach Kaplan-Meier für Patienten mit Sinuslift nach Beckenkammtransplantat lag bei 85,5%, wobei die Erfolgskriterien nach Albrektsson zu 81,0% erfüllt waren. Nach intraoraler Knochengewinnung befanden sich die prothetisch versorgten Implantate

bei Nachuntersuchung zu 100% in Funktion. Die Erfolgsbewertung nach Albrektsson lag ebenfalls bei 100%. Die Messung der Sondierungstiefen ergab ein Mittel von $3,4 \pm 1,4$ mm (2 bis 11 mm) bei radiologisch feststellbarem Knochenverlust von $2,1 \pm 1,5$ mm (0,5 bis 9,6 mm) [Beckenkamm] bzw. Sondierungswerte von $2,7 \pm 0,7$ mm (2 bis 4 mm) bei $0,7 \pm 0,6$ mm (0 bis 1,7 mm) Knochenverlust [intraorale Transplantatgewinnung]. Die subjektive Bewertung des Behandlungsergebnisses durch die Patienten ergab einen Schulnotendurchschnitt von 1,73 [Beckenkamm] bzw. 1,33 [intraorale Transplantatgewinnung]. 18,7% der Patienten aus dem Kontingent mit Beckenkammtransplantat würden keine ähnliche Behandlung mehr beginnen.

Studiengruppe II: Die Patienten mit Alveolarkammaugmentation durch Auflagerungsosteoplastik verloren insgesamt elf Implantate während der Funktionsphase, nach Distraktionsosteogenese traten zwei Verluste unter Funktion auf. Nach Kaplan-Meier ergab sich eine Überlebensrate von 70,0% nach Auflagerungsosteoplastik und 91,3% nach Distraction. Nach Albrektssons-Kriterien waren 55,3% [Auflagerung] bzw. 78,3% [Distraction] der Implantate erfolgreich. Die Sondierungsmessung ergab Werte von durchschnittlich $4,1 \pm 2,2$ mm (2 bis 12 mm) [Auflagerung] bzw. $3,4 \pm 1,1$ mm (2 bis 6 mm) [Distraction]. Der radiologisch nachweisbare Knochenabbau betrug für Patienten mit Auflagerungsplastik Werte von $3,0 \pm 2,8$ mm (0,2 bis 10,3 mm) und $2,1 \pm 1,2$ mm (0,8 bis 5,0 mm) nach Distraktionsosteogenese. Hinsichtlich des klinischen Entzündungsgrades stellten sich die Implantate nach Auflagerungsosteoplastik signifikant schlechter dar. Die Gesamtzufriedenheit der Patienten ausgedrückt in Schulnoten ergab einen Durchschnittswert von 2,15 [Auflagerung] bzw. 2,5 [Distraction]. 18,2% der Patienten mit Knochentransplantat und 33,3% der Patienten mit Distraktionsosteogenese würden eine ähnliche Behandlung nicht ein zweites Mal durchführen lassen.

Beckenkammentnahme: Von insgesamt 22 Patienten (12 Frauen, 10 Männer) mit Transplantatentnahme am Beckenkamm oder der Beckenschaufel klagten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zwei über eine andauernde Sensibilitätsstörung im Versorgungsbereich des Nervus cutaneus femoris lateralis sowie drei Patienten über eine Druckempfindlichkeit der Narbe über der Entnahmestelle. Zudem gaben drei Patienten eine Bewegungseinschränkung von länger als zwei Wochen postoperativ an.

Hinsichtlich der subjektiven Patientenzufriedenheit wurde vor allem nach Auflagerungsosteoplastik und Distraktionsosteogenese ein signifikanter Unterschied zur klinisch objektivierbaren Erfolgsbeurteilung festgestellt. Als entscheidende Einflussfaktoren wurden ein subjektiv unbefriedigendes ästhetisches Gesamtbild und unerfüllte Erwartungen an das Behandlungsergebnis ermittelt.

Schlussfolgerung: Das vorliegende Untersuchungsmodell erlaubte eine Erfolgsbeurteilung verschiedener Augmentationsverfahren ausgehend vom klinischen und radiologischen Gesundheitszustand dentaler Implantate, die simultan oder sekundär in der augmentierten Region inseriert worden waren. Aus den Untersuchungsergebnissen konnten weiterhin die im Folgenden aufgeführten Schlussfolgerungen gezogen werden. Eine Eingliederung der Implantatpatienten in

ein Nachsorgesystem mit individuell festgelegtem Recallintervall muss konsequenter verfolgt werden. Da in der vorliegenden Literatur die Verwendung von Knochenersatzmaterialien zur indirekten Alveolarkammerhöhung im Oberkieferseitenzahnbereich durch alleinige Augmentation des Sinus maxillaris durchweg positive Ergebnisse erbrachte, muss die Indikation zur autogenen Knochenentnahme für diese Fälle überdacht werden. Bei rein vertikaler Defektmorphologie ist die Distractionsosteogenese aufgrund ihrer geringeren Morbidität und besseren Implantatprognose der autogenen Auflagerungsosteoplastik vorzuziehen. Auch wenn die Indikation im Rahmen der Auswertung dieser Studie eingeschränkt wurde, bleibt die autogene Knochentransplantation das Verfahren der Wahl zur chirurgischen Rekonstruktion komplexer Alveolarkammdefekte, bei ausgeprägter Atrophie, nach Tumorresektion und bei Dysgnathieoperationen. Eine Augmentation komplexer, kombiniert vertikal/horizontaler Alveolarkammdefekte kann mittels Auflagerungsosteoplastik von autogenem Knochenmaterial aus dem Ramus mandibulae in Kombination mit GBR-Maßnahmen vorhersagbar, komplikationsarm und mit hoher subjektiver Patientenakzeptanz durchgeführt werden. Die retromolare Region ist der mandibulären Symphyse als Donorregion vorzuziehen, insbesondere wenn die Transplantatentnahme mit einer Weisheitszahnentfernung kombiniert werden kann. Zur Augmentation ausgedehnter Knochendefekte, die mit beidseitiger Entnahme am Ramus mandibulae nicht zu gewährleisten ist, stellt der Beckenkamm eine probate Donorregion dar, wenngleich mit erhöhter Komplikationsrate. Entscheidenden Einfluss auf die subjektive Misserfolgsrate klinisch erfolgreicher Implantate haben ein aus Patientensicht unbefriedigendes ästhetisches Gesamtbild und unerfüllte Erwartungen an das Behandlungsergebnis. Vor allem Patienten mit ausgeprägten Alveolarkammdefekten, deren Rekonstruktion umfangreiche Therapiemaßnahmen erfordert, müssen ausführlich über die Möglichkeiten und Grenzen der erreichbaren oralen Rehabilitation aufgeklärt werden. Das subjektive Empfinden des Patienten sollte, in gleicher oder ähnlicher Weise wie in dieser Studie vorgeschlagen, Teil der Bewertungskriterien zum Implantaterfolg sein.

12. Anlagen

12.1. Anlage 1: Untersuchungsbogen



Untersuchungsbogen

Erfolg von Knochenaugmentationen vor Implantatinsertion im Kieferbereich

Dissertationsarbeit von Dennis Schaller

Klinik und Poliklinik für Mund-
Kiefer-Gesichtschirurgie
Klinikum rechts der Isar
Technische Universität München
Ismaninger Str. 22
D-81675 München

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

die von Ihnen angegebenen Daten werden als klinikinterne Studie im Rahmen einer Dissertationsarbeit erfasst und ausgewertet. Alle persönlichen Informationen werden selbstverständlich vertraulich behandelt. Bitte beantworten Sie alle Fragen nach Ihrem besten Wissen und wahrheitsgemäß. Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

1. Persönliche Angaben	
Name:	Vorname:
Alter: Jahre	
Geschlecht	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich
Bestehen oder bestanden bei Ihnen die folgenden Krankheiten/Beschwerden? Ja,	
<input type="checkbox"/> Diabetes mellitus Typ	<input type="checkbox"/> Schilddrüsenerkrankung
<input type="checkbox"/> Hypertonie / Bluthochdruck	<input type="checkbox"/> Blutgerinnungsstörung
<input type="checkbox"/> Hypotonie / niedriger Blutdruck	<input type="checkbox"/> Hämophilie
<input type="checkbox"/> Osteoporose	<input type="checkbox"/> Anfallsleiden / Epilepsie
<input type="checkbox"/> Tumorerkrankung wenn ja <input type="checkbox"/> Bestrahlung <input type="checkbox"/> Chemotherapie	<input type="checkbox"/> Sucht- oder Abhängigkeitserkrankung wenn ja, welche?
<input type="checkbox"/> Systemische Knochenerkrankung wenn ja, welche?	<input type="checkbox"/> Hormonstoffwechselstörung wenn ja, welche?
<input type="checkbox"/> Mangelernährung / Calciummangel	<input type="checkbox"/> Immunerkrankung
<input type="checkbox"/> Nierenerkrankung	<input type="checkbox"/> Immunsuppression
<input type="checkbox"/> Lebererkrankung	<input type="checkbox"/> Wundheilungsstörung
<input type="checkbox"/> Übergewicht / körperliche Inaktivität	<input type="checkbox"/>
Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
	wenn ja, welche?

.....	
Gab es vorangehende Verletzungen oder chirurgische Eingriffe im OP-Gebiet?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, in der Augmentationsregion
	<input type="checkbox"/> ja, in der Entnahmeregion (nur bei autogenem Transplantat)
Rauchen Sie regelmäßige oder verwenden Sie andere nikotinhaltige Genussmittel?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, ca. Zigaretten/Tag
Wie häufig trinken Sie Alkohol?	
<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> ein bis viermal im Monat
<input type="checkbox"/> ein bis viermal in der Woche	<input type="checkbox"/> häufiger
Empfinden Sie beruflichen oder privaten Stress?	
<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> selten
<input type="checkbox"/> häufig	<input type="checkbox"/> dauerhaft
2. Fragen zur Mundhygiene	
Wie häufig putzen Sie Ihre Zähne?	
<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> unregelmäßig
<input type="checkbox"/> einmal täglich	<input type="checkbox"/> zweimal täglich oder häufiger
Verwenden Sie Zahnseide oder Interdentalbürstchen?	
<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> unregelmäßig
<input type="checkbox"/> mehrmals in der Woche	<input type="checkbox"/> täglich
Sind Sie über die Notwendigkeit einer professionellen Implantatnachsorge aufgeklärt worden?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
Ist Ihnen der Ausdruck „professionelle Individualprophylaxe“ ein Begriff?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
Nehmen Sie Termine zur professionellen Individualprophylaxe / Implantatnachsorge wahr?	
<input type="checkbox"/> nie	<input type="checkbox"/> unregelmäßig
<input type="checkbox"/> einmal jährlich	<input type="checkbox"/> zweimal jährlich oder häufiger
Verwenden Sie eine elektrische Zahnbürste?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> Ja, Modell:
3. Fragen zum Behandlungsergebnis?	
Bestanden bei Ihnen postoperative Schmerzen nach Augmentation?	
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> wenig/kaum
<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> stark
Region der Schmerzen nach Augmentation?	
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> Entnahmeregion
<input type="checkbox"/> Augmentationsregion	<input type="checkbox"/> beides
Dauer der Schmerzen nach Augmentation?	
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> 1-3 Tage
<input type="checkbox"/> 1-2 Wochen	<input type="checkbox"/> länger
Bestanden bei Ihnen postoperative Schmerzen nach Implantation?	
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> wenig/kaum

<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> stark
Dauer der Schmerzen nach Implantation?	
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> 1-3 Tage
<input type="checkbox"/> 1-2 Wochen	<input type="checkbox"/> länger
Haben Sie heute noch Schmerzen?	
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> wenig/kaum
<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> stark
Region der Schmerzen heute?	
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> Entnahmeregion
<input type="checkbox"/> Augmentationsregion	<input type="checkbox"/> beides
Trat bei Ihnen im Zusammenhang mit der Behandlung eine Sensibilitätsstörung im Bereich der Unterlippe auf?	
<input type="checkbox"/> trifft nicht zu	<input type="checkbox"/> trifft teilweise zu
<input type="checkbox"/> trifft zu	
Dauer der Sensibilitätsstörung?	
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> 1-3 Tage
<input type="checkbox"/> 1-2 Wochen	<input type="checkbox"/> länger
Bemerken Sie noch heute eine Sensibilitätsstörung im Bereich der Unterlippe?	
<input type="checkbox"/> trifft nicht zu	<input type="checkbox"/> trifft teilweise zu
<input type="checkbox"/> trifft zu	
Wie empfinden Sie die Belastbarkeit Ihrer Implantate?	
<input type="checkbox"/> nicht belastbar	<input type="checkbox"/> eingeschränkt belastbar
<input type="checkbox"/> uneingeschränkt belastbar	<input type="checkbox"/> besser als eigene Zähne
Wie haben Sie Ihre Implantate akzeptiert/gefühlsmäßig angenommen?	
<input type="checkbox"/> starke Abneigung / Fremdkörpergefühl	<input type="checkbox"/> Implantate als „notwendiges Übel“
<input type="checkbox"/> volle Akzeptanz wie eigene Zähne	
Wie beurteilen Sie Ihre Möglichkeiten zur Nahrungsaufnahme?	
<input type="checkbox"/> alles ohne Ausnahme	<input type="checkbox"/> fast alles, wenige Ausnahmen
<input type="checkbox"/> nur weiche Kost	
Haben Sie eine Veränderung Ihres Gesichtsprofils bemerkt?	
<input type="checkbox"/> nein	
<input type="checkbox"/> ja, zum Negativen	Region:
<input type="checkbox"/> ja, zum Positiven	<input type="checkbox"/> Kinn
<input type="checkbox"/> ja, indifferent	<input type="checkbox"/> Oberlippe
	<input type="checkbox"/> Mundwinkel
	<input type="checkbox"/>
Auftreten eines Hämatoms postoperativ nach Augmentation?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, in Entnahmeregion
<input type="checkbox"/> ja, in Augmentationsregion	<input type="checkbox"/> ja, beides
Auftreten eines Hämatoms postoperativ nach Implantation?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
Auftreten einer Wundinfektion postoperativ nach Augmentation?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, in Entnahmeregion
<input type="checkbox"/> ja, in Augmentationsregion	<input type="checkbox"/> ja, beides
Auftreten einer Wundinfektion postoperativ nach Implantation?	

<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
Wie sind Sie mit dem ästhetischen Behandlungsergebnis zufrieden?	
Schulnoten: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6	
Wie sind Sie mit dem Gesamtergebnis der Behandlung zufrieden? (Funktion, Ästhetik, Beschwerden, etc.)	
Schulnoten: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6	
Wie beurteilen Sie den Behandlungsaufwand bis zum endgültigen Ergebnis?	
<input type="checkbox"/> angemessen	<input type="checkbox"/> bedingt angemessen
<input type="checkbox"/> zu hoch	
Wie beurteilen Sie die Behandlungskosten bis zum endgültigen Ergebnis?	
<input type="checkbox"/> angemessen	<input type="checkbox"/> bedingt angemessen
<input type="checkbox"/> zu hoch	
Würden Sie eine ähnliche Behandlung nochmals durchführen lassen?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
Würden Sie Implantate weiterempfehlen?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
Nur für Patienten mit Distraktionsosteogenese	
Hatten Sie Probleme oder Beschwerden während der Distraktionsphase?	
<input type="checkbox"/> Schmerzen	<input type="checkbox"/> Optik
<input type="checkbox"/> Aktivierung	<input type="checkbox"/> Essen
<input type="checkbox"/> Sprechen	<input type="checkbox"/> Mundhygiene
<input type="checkbox"/>	
Nur für Patienten mit Beckenkammtransplantat	
Bemerkten Sie postoperativ eine Gefühlsstörung der Haut der Entnahmeregion?	
<input type="checkbox"/> trifft nicht zu	<input type="checkbox"/> trifft teilweise zu
<input type="checkbox"/> trifft zu	
Dauer der Gefühlsstörung der Haut der Entnahmeregion?	
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> 1-3 Tage
<input type="checkbox"/> 1-2 Wochen	<input type="checkbox"/> länger
Bemerkten Sie noch heute eine Gefühlsstörung der Haut der Entnahmeregion?	
<input type="checkbox"/> trifft nicht zu	<input type="checkbox"/> trifft teilweise zu
<input type="checkbox"/> trifft zu	
Bemerkten Sie eine Bewegungseinschränkung postoperativ?	
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> 1-3 Tage
<input type="checkbox"/> 1-2 Wochen	<input type="checkbox"/> länger
Mussten Sie postoperativ eine Gehilfe verwenden?	
<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> 1-3 Tage
<input type="checkbox"/> 1-2 Wochen	<input type="checkbox"/> länger
Wie beurteilen Sie das Aussehen der Narbe an der Entnahmestelle?	
<input type="checkbox"/> unauffällig	<input type="checkbox"/> kaum / etwas störend
<input type="checkbox"/> stark störend	
Druckempfindlichkeit der Narbe an der Entnahmestelle?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja

Chirurgische Narbenkorrektur durchgeführt?	
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja

12.2. Anlage 2: Patientenbrief

Erfolg von Knochenaugmentationen vor Implantatinsertion im Kieferbereich

Sehr geehrte(r) Herr/Frau ...,

Sie befanden sich vor geraumer Zeit in unserer Klinik wegen einer Knochenaufbaubehandlung (Augmentation) im Rahmen einer Implantatversorgung in stationärer bzw. ambulanter Behandlung.

Heute geben wir Ihnen nun die Möglichkeit, einen Termin zur Nachuntersuchung wahrzunehmen.

Während dieser Kontrolluntersuchung wird ein Status der Gesundheit Ihres Zahnfleisches und Kieferknochens erhoben. Wenn nötig wird eine kostenfreie Reinigung Ihrer Implantatprothetik durchgeführt.

Auch wenn Sie subjektiv keine Beschwerden haben, würden wir uns freuen, gerade Sie zu untersuchen, um uns so ein sicher auch für Sie aufschlussreiches Bild über das postoperative Ergebnis machen zu können. Selbstverständlich werden wir eventuellen Fragen von Ihrer Seite gerne entgegenkommen.

Wir wären Ihnen sehr verbunden, wenn Sie sich kurz unter folgender Telefonnummer bei uns melden würden, damit wir mit Ihnen einen Termin vereinbaren können:

Mo.-Fr. 9-14 Uhr

Telefon: 089 / 4140-2932

Mit freundlichen Grüßen und vielen Dank im Voraus,

Dennis Schaller

Prof. Dr. med. dent. H. Deppe

13. Literaturverzeichnis

1. Abrahamsson, I., T. Berglundh, P. O. Glantz, J. Lindhe
The mucosal attachment at different abutments. An experimental study in dogs. J Clin Periodontol. 25, 1998: 721-7
2. Abrahamsson, I., T. Berglundh, J. Lindhe
The mucosal barrier following abutment dis/reconnection. An experimental study in dogs. J Clin Periodontol. 24, 1997: 568-72
3. Abrahamsson, I., C. Soldini
Probe penetration in periodontal and peri-implant tissues. An experimental study in the beagle dog. Clin Oral Implants Res. 17, 2006: 601-5
4. Abrahamsson, I., N. U. Zitzmann, T. Berglundh, E. Linder, A. Wennerberg, J. Lindhe
The mucosal attachment to titanium implants with different surface characteristics: an experimental study in dogs. J Clin Periodontol. 29, 2002: 448-55
5. Adell, R., B. Eriksson, U. Lekholm, P. I. Branemark, T. Jemt
Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Implants. 5, 1990a: 347-59
6. Adell, R., U. Lekholm, K. Grondahl, P. I. Branemark, J. Lindstrom, M. Jacobsson
Reconstruction of severely resorbed edentulous maxillae using osseointegrated fixtures in immediate autogenous bone grafts. Int J Oral Maxillofac Implants. 5, 1990b: 233-46
7. Aghaloo, T. L., P. K. Moy
Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? Int J Oral Maxillofac Implants. 22 Suppl, 2007: 49-70
8. Ahlmann, E., M. Patzakis, N. Roidis, L. Shepherd, P. Holtom
Comparison of anterior and posterior iliac crest bone grafts in terms of harvest-site morbidity and functional outcomes. J Bone Joint Surg Am. 84-A, 2002: 716-20
9. Albrektsson, B., F. Isidor
Consensus report of session IV. In: Lang, N. P., T. Karring (Hrsg.): Proceedings of the First European Workshop on Periodontology, Quintessence, London, 1994: 365-369
10. Albrektsson, T.
In vivo studies of bone grafts. The possibility of vascular anastomoses in healing bone. Acta Orthop Scand. 51, 1980: 9-17
11. Albrektsson, T., P. I. Branemark, H. A. Hansson, J. Lindstrom
Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. Acta Orthop Scand. 52, 1981: 155-70
12. Albrektsson, T., G. Zarb, P. Worthington, A. R. Eriksson
The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. Int J Oral Maxillofac Implants. 1, 1986: 11-25
13. Anitua, E., G. Orive, J. J. Aguirre, I. Andia
Five-year clinical evaluation of short dental implants placed in posterior areas: a retrospective study. J Periodontol. 79, 2008: 42-8
14. Aparicio, C., N. P. Lang, B. Rangert
Validity and clinical significance of biomechanical testing of implant/bone interface. Clin Oral Implants Res. 17 Suppl 2, 2006: 2-7
15. Apse, P., R. P. Ellen, C. M. Overall, G. A. Zarb
Microbiota and crevicular fluid collagenase activity in the osseointegrated dental implant sulcus: a comparison of sites in edentulous and partially edentulous patients. J Periodontal Res. 24, 1989: 96-105
16. Apse, P., G. A. Zarb, A. Schmitt, D. W. Lewis
The longitudinal effectiveness of osseointegrated dental implants. The Toronto Study: peri-implant mucosal response. Int J Periodontics Restorative Dent. 11, 1991: 94-111

17. Araujo, M. G., J. Lindhe
Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. J Clin Periodontol. 32, 2005: 212-8
18. Araujo, M. G., J. L. Wennstrom, J. Lindhe
Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. Clin Oral Implants Res. 17, 2006: 606-14
19. Armitage, G. C.
Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. Ann Periodontol. 4, 1999: 1-6
20. Arvidson, K., H. Bystedt, A. Frykholm, L. von Konow, E. Lothigius
Five-year prospective follow-up report of the Astra Tech Dental Implant System in the treatment of edentulous mandibles. Clin Oral Implants Res. 9, 1998: 225-34
21. Augthun, M., M. Yildirim, H. Spiekermann, S. Biesterfeld
Healing of bone defects in combination with immediate implants using the membrane technique. Int J Oral Maxillofac Implants. 10, 1995: 421-8
22. Aukhil, I., D. M. Simpson, C. Suggs, E. Pettersson
In vivo differentiation of progenitor cells of the periodontal ligament. An experimental study using physical barriers. J Clin Periodontol. 13, 1986: 862-8
23. Axelsson, P., B. Nystrom, J. Lindhe
The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. Results after 30 years of maintenance. J Clin Periodontol. 31, 2004: 749-57
24. Banwart, J. C., M. A. Asher, R. S. Hassanein
Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. A statistical evaluation. Spine. 20, 1995: 1055-60
25. Barone, A., U. Covani
Maxillary alveolar ridge reconstruction with nonvascularized autogenous block bone: clinical results. J Oral Maxillofac Surg. 65, 2007: 2039-46
26. Barth, A.
Über histologische Befunde nach Knochentransplantation. Arch Klin Chir. 46, 1893: 409
27. Barth, A.
Histologische Untersuchung über Knochenimplantationen. Beitr Pathol Anat Allg Pathol. 17, 1895: 65
28. Bauman, G. R., M. Mills, J. W. Rapley, W. H. Hallmon
Clinical parameters of evaluation during implant maintenance. Int J Oral Maxillofac Implants. 7, 1992: 220-7
29. Bavitz, J. B., J. B. Payne, D. Dunning, A. Glenn, R. Koka
The use of distraction osteogenesis to induce new suprabony periodontal attachment in the beagle dog. Int J Periodontics Restorative Dent. 20, 2000: 596-603
30. Becherer, C. F., K. H. Rateitschak, A. F. Hefti
Comparative probing with an electronic and a manual periodontal probe. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 103, 1993: 715-21
31. Becker, J.
Wissenschaftliche Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde: Zahnärztliche Mitteilung zum Risiko der Krankheitsübertragung durch xenogene Knochenersatzmaterialien in der Implantologie und Parodontologie. In: http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/Zahnaerztliche_Mitteilung_zum_Risiko_der_Krankheitsuebertragung_durch_xenogene_Knochenersatzmaterialien_in_der_Implantologie_und_Parodontologie.pdf. 2006a: 1
32. Becker, J., H. Terheyden
Wissenschaftliche Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde: Osteoinduktive Substanzen und Faktoren in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. In:

- http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgmkddocuments/Osteoinduktive_Substanzen.pdf.
2006b: 1-7
33. Becker, W., B. E. Becker, R. Caffesse
A comparison of demineralized freeze-dried bone and autologous bone to induce bone formation in human extraction sockets. J Periodontol. 65, 1994a: 1128-33
 34. Becker, W., C. Dahlin, B. E. Becker, U. Lekholm, D. van Steenberghe, K. Higuchi, C. Kultje
The use of e-PTFE barrier membranes for bone promotion around titanium implants placed into extraction sockets: a prospective multicenter study. Int J Oral Maxillofac Implants. 9, 1994b: 31-40
 35. Behneke, A., N. Behneke
Recall und Nachsorge. In: Koeck, B., W. Wagner (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde, Bd. 13 (Implantologie), 2. Auflage. Elsevier GmbH, München, 2004: 316-350
 36. Behneke, A., N. Behneke, B. d'Hoedt, W. Wagner
Hard and soft tissue reactions to ITI screw implants: 3-year longitudinal results of a prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants. 12, 1997: 749-57
 37. Beirne, J. C., H. J. Barry, F. A. Brady, V. B. Morris
Donor site morbidity of the anterior iliac crest following cancellous bone harvest. Int J Oral Maxillofac Surg. 25, 1996: 268-71
 38. Benner, K.-U., F. Bauer, K.-H. Heuckmann
Balloon-Lift-Controll (BLC): A minimal-invasive system for the elevation of the sinus floor mucosa - part I. Implants. 8, 2007: 26-29
 39. Berglundh, T., I. Abrahamsson, N. P. Lang, J. Lindhe
De novo alveolar bone formation adjacent to endosseous implants. Clin Oral Implants Res. 14, 2003: 251-62
 40. Berglundh, T., J. Lindhe
Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. J Clin Periodontol. 23, 1996: 971-3
 41. Berglundh, T., J. Lindhe, I. Ericsson, C. P. Marinello, B. Liljenberg, P. Thomsen
The soft tissue barrier at implants and teeth. Clin Oral Implants Res. 2, 1991: 81-90
 42. Berglundh, T., J. Lindhe, C. Marinello, I. Ericsson, B. Liljenberg
Soft tissue reaction to de novo plaque formation on implants and teeth. An experimental study in the dog. Clin Oral Implants Res. 3, 1992: 1-8
 43. Berglundh, T., L. Persson, B. Klinge
A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. J Clin Periodontol. 29 Suppl 3, 2002: 197-212; discussion 232-3
 44. Berretin-Felix, G., H. Nary Filho, C. R. Padovani, W. M. Machado
A longitudinal study of quality of life of elderly with mandibular implant-supported fixed prostheses. Clin Oral Implants Res. 19, 2008: 704-8
 45. Block, M. S., R. Akin, A. Chang, G. B. Gottsegen, D. Gardiner
Skeletal and dental movements after anterior maxillary advancement using implant-supported distraction osteogenesis in dogs. J Oral Maxillofac Surg. 55, 1997: 1433-9; discussion 1439-40
 46. Block, M. S., B. Almerico, C. Crawford, D. Gardiner, A. Chang
Bone response to functioning implants in dog mandibular alveolar ridges augmented with distraction osteogenesis. Int J Oral Maxillofac Implants. 13, 1998: 342-51
 47. Block, M. S., J. N. Kent
Placement of endosseous implants into tooth extraction sites. J Oral Maxillofac Surg. 49, 1991: 1269-76
 48. Bloomquist, D. S., G. R. Feldmann
The posterior ilium as a donor site for maxillofacial grafting. J Maxillofac Surg. 8, 1980: 60-64

49. Boerrigter, E. M., M. E. Geertman, R. P. Van Oort, J. Bouma, G. M. Raghoobar, M. A. van Waas, M. A. van't Hof, G. Boering, W. Kalk
Patient satisfaction with implant-retained mandibular overdentures. A comparison with new complete dentures not retained by implants--a multicentre randomized clinical trial. Br J Oral Maxillofac Surg. 33, 1995: 282-8
50. Bowen, J. A., J. T. Mellonig, J. L. Gray, H. T. Towle
Comparison of decalcified freeze-dried bone allograft and porous particulate hydroxyapatite in human periodontal osseous defects. J Periodontol. 60, 1989: 647-54
51. Boyne, P. J., R. A. James
Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. J Oral Surg. 38, 1980: 613-6
52. Boyne, P. J., R. E. Marx, M. Nevins, G. Triplett, E. Lazaro, L. C. Lilly, M. Alder, P. Nummikoski
A feasibility study evaluating rhBMP-2/absorbable collagen sponge for maxillary sinus floor augmentation. Int J Periodontics Restorative Dent. 17, 1997: 11-25
53. Brägger, U.
Radiographic parameters for the evaluation of peri-implant tissues. Periodontol 2000. 4, 1994: 87-97
54. Brägger, U.
Use of radiographs in evaluating success, stability and failure in implant dentistry. Periodontol 2000. 17, 1998: 77-88
55. Brägger, U., W. B. Burgin, C. H. Hämmerle, N. P. Lang
Associations between clinical parameters assessed around implants and teeth. Clin Oral Implants Res. 8, 1997: 412-21
56. Brägger, U., C. Gerber, A. Joss, S. Haenni, A. Meier, E. Hashorva, N. P. Lang
Patterns of tissue remodeling after placement of ITI dental implants using an osteotome technique: a longitudinal radiographic case cohort study. Clin Oral Implants Res. 15, 2004: 158-66
57. Brägger, U., C. Hugel-Pisoni, W. Burgin, D. Buser, N. P. Lang
Correlations between radiographic, clinical and mobility parameters after loading of oral implants with fixed partial dentures. A 2-year longitudinal study. Clin Oral Implants Res. 7, 1996: 230-9
58. Brägger, U., I. Karoussis, R. Persson, B. Pjetursson, G. Salvi, N. Lang
Technical and biological complications/failures with single crowns and fixed partial dentures on implants: a 10-year prospective cohort study. Clin Oral Implants Res. 16, 2005: 326-34
59. Brugnami, F., P. R. Then, H. Moroi, C. W. Leone
Histologic evaluation of human extraction sockets treated with demineralized freeze-dried bone allograft (DFDBA) and cell occlusive membrane. J Periodontol. 67, 1996: 821-5
60. Buser, D., U. Brägger, N. P. Lang, S. Nyman
Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. Clin Oral Implants Res. 1, 1990a: 22-32
61. Buser, D., K. Dula, U. Belser, H. P. Hirt, H. Berthold
Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. 1. Surgical procedure in the maxilla. Int J Periodontics Restorative Dent. 13, 1993: 29-45
62. Buser, D., K. Dula, U. C. Belser, H. P. Hirt, H. Berthold
Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. II. Surgical procedure in the mandible. Int J Periodontics Restorative Dent. 15, 1995: 10-29
63. Buser, D., K. Dula, H. P. Hirt, R. K. Schenk
Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes: a clinical study with 40 partially edentulous patients. J Oral Maxillofac Surg. 54, 1996: 420-32; discussion 432-3
64. Buser, D., R. Mericske-Stern, J. P. Bernard, A. Behneke, N. Behneke, H. P. Hirt, U. C. Belser, N. P. Lang

- Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants.* Clin Oral Implants Res. 8, 1997: 161-72
65. Buser, D., H. P. Weber, U. Bragger, C. Balsiger
Tissue integration of one-stage ITI implants: 3-year results of a longitudinal study with Hollow-Cylinder and Hollow-Screw implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 6, 1991: 405-12
66. Buser, D., H. P. Weber, K. Donath, J. P. Fiorellini, D. W. Paquette, R. C. Williams
Soft tissue reactions to non-submerged unloaded titanium implants in beagle dogs. J Periodontol. 63, 1992: 225-35
67. Buser, D., H. P. Weber, N. P. Lang
Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. Clin Oral Implants Res. 1, 1990b: 33-40
68. Caddy, C. M., C. D. Reid
An atraumatic technique for harvesting cancellous bone for secondary alveolar bone grafting in cleft palate. Br J Plast Surg. 38, 1985: 540-543
69. Camargo, P. M., V. Lekovic, M. Weinlaender, P. R. Klokkevold, E. B. Kenney, B. Dimitrijevic, M. Nedic, S. Jancovic, M. Orsini
Influence of bioactive glass on changes in alveolar process dimensions after exodontia. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 90, 2000: 581-6
70. Cammack, G. V., M. Nevins, D. S. Clem, J. P. Hatch, J. T. Mellonig
Histologic evaluation of mineralized and demineralized freeze-dried bone allograft for ridge and sinus augmentations. Int J Periodontics Restorative Dent. 25, 2005: 231-7
71. Canady, J. W., D. P. Zeitler, S. A. Thompson, C. D. Nicholas
Suitability of the iliac crest as a site for harvest of autologous bone grafts. Cleft Palate Craniofac J. 30, 1993: 579-581
72. Carter, T. G., P. S. Brar, A. Tolas, O. R. Beirne
Off-label use of recombinant human bone morphogenetic protein-2 (rhBMP-2) for reconstruction of mandibular bone defects in humans. J Oral Maxillofac Surg. 66, 2008: 1417-25
73. Cawood, J. I.
Arnhem consensus on preprosthetic surgery, May 1989. Int J Oral Maxillofac Surg. 19, 1990: 10-1
74. Cawood, J. I., R. A. Howell
A classification of the edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Surg. 17, 1988: 232-6
75. Cawood, J. I., R. A. Howell
Reconstructive preprosthetic surgery. I. Anatomical considerations. Int J Oral Maxillofac Surg. 20, 1991: 75-82
76. Cawood, J. I., P. J. Stoeltinga
International Research Group on Reconstructive Preprosthetic Surgery. Consensus report. Int J Oral Maxillofac Surg. 29, 2000: 159-62
77. Chen, S. T., I. B. Darby, E. C. Reynolds
A prospective clinical study of non-submerged immediate implants: clinical outcomes and esthetic results. Clin Oral Implants Res. 18, 2007: 552-62
78. Chiapasco, M., U. Consolo, A. Bianchi, P. Ronchi
Alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a multicenter prospective study on humans. Int J Oral Maxillofac Implants. 19, 2004a: 399-407
79. Chiapasco, M., N. P. Lang, D. D. Bosshardt
Quality and quantity of bone following alveolar distraction osteogenesis in the human mandible. Clin Oral Implants Res. 17, 2006a: 394-402
80. Chiapasco, M., E. Romeo, P. Casentini, L. Rimondini
Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 1-3-year prospective study on humans. Clin Oral Implants Res. 15, 2004b: 82-95

81. Chiapasco, M., M. Zaniboni, M. Boisco
Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. Clin Oral Implants Res. 17 Suppl 2, 2006b: 136-59
82. Chiapasco, M., M. Zaniboni, L. Rimondini
Autogenous onlay bone grafts vs. alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 2-4-year prospective study on humans. Clin Oral Implants Res. 18, 2007: 432-40
83. Chin, M., B. A. Toth
Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: review of five cases. J Oral Maxillofac Surg. 54, 1996: 45-53; discussion 54
84. Cope, J. B., M. L. Samchukov, D. E. Muirhead
Distraction osteogenesis and histogenesis in beagle dogs: the effect of gradual mandibular osteodistraction on bone and gingiva. J Periodontol. 73, 2002: 271-82
85. Cox, J. F., G. A. Zarb
The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated dental implants: a 3-year report. Int J Oral Maxillofac Implants. 2, 1987: 91-100
86. Curtis, D. A., A. B. Sharma, F. C. Finzen
The use of dental implants to improve quality of life for edentulous patients. J Calif Dent Assoc. 36, 2008: 275-80
87. Dahlin, C., U. Lekholm, W. Becker, B. Becker, K. Higuchi, A. Callens, D. van Steenberghe
Treatment of fenestration and dehiscence bone defects around oral implants using the guided tissue regeneration technique: a prospective multicenter study. Int J Oral Maxillofac Implants. 10, 1995: 312-8
88. Dahlin, C., U. Lekholm, A. Linde
Membrane-induced bone augmentation at titanium implants. A report on ten fixtures followed from 1 to 3 years after loading. Int J Periodontics Restorative Dent. 11, 1991: 273-81
89. Dahlin, C., L. Sennerby, U. Lekholm, A. Linde, S. Nyman
Generation of new bone around titanium implants using a membrane technique: an experimental study in rabbits. Int J Oral Maxillofac Implants. 4, 1989: 19-25
90. Davis, W. H., R. I. Delo, W. B. Ward, B. Terry, B. Patakas
Long term ridge augmentation with rib graft. J Maxillofac Surg. 3, 1975: 103-6
91. de Carvalho, P. S., L. W. Vasconcellos, J. Pi
Influence of bed preparation on the incorporation of autogenous bone grafts: a study in dogs. Int J Oral Maxillofac Implants. 15, 2000: 565-70
92. Deery, C., M. Heanue, S. Deacon, P. G. Robinson, A. D. Walmsley, H. Worthington, W. Shaw, A. M. Glenny
The effectiveness of manual versus powered toothbrushes for dental health: a systematic review. J Dent. 32, 2004: 197-211
93. Del Fabbro, M., T. Testori, L. Francetti, R. Weinstein
Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus. Int J Periodontics Restorative Dent. 24, 2004: 565-77
94. Deppe, H., S. Wagenpfeil, K. Donath
Comparative value of attachment measurements in implant dentistry. Int J Oral Maxillofac Implants. 19, 2004: 208-15
95. Donabedian, A.
Evaluating the Quality of Medical Care. The Milbank Memorial Fund Quarterly. 44, 1966: 166-203
96. Donovan, M. G., N. C. Dickerson, L. J. Hanson, R. B. Gustafson
Maxillary and mandibular reconstruction using calvarial bone grafts and Branemark implants: a preliminary report. J Oral Maxillofac Surg. 52, 1994: 588-94
97. Duyck, J., I. Naert

- Failure of oral implants: aetiology, symptoms and influencing factors.* Clin Oral Investig. 2, 1998: 102-14
98. Edel, A.
The use of a connective tissue graft for closure over an immediate implant covered with occlusive membrane. Clin Oral Implants Res. 6, 1995: 60-5
99. Enislidis, G., N. Fock, G. Millesi-Schobel, C. Klug, G. Wittwer, K. Yerit, R. Ewers
Analysis of complications following alveolar distraction osteogenesis and implant placement in the partially edentulous mandible. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 100, 2005: 25-30
100. Ericsson, I., T. Berglundh, C. Marinello, B. Liljenberg, J. Lindhe
Long-standing plaque and gingivitis at implants and teeth in the dog. Clin Oral Implants Res. 3, 1992: 99-103
101. Ericsson, I., J. Lindhe
Probing depth at implants and teeth. An experimental study in the dog. J Clin Periodontol. 20, 1993: 623-7
102. Ericsson, I., L. G. Persson, T. Berglundh, C. P. Marinello, J. Lindhe, B. Klinge
Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues. J Clin Periodontol. 22, 1995: 255-61
103. Esposito, M., J. Hirsch, U. Lekholm, P. Thomsen
Differential diagnosis and treatment strategies for biologic complications and failing oral implants: a review of the literature. Int J Oral Maxillofac Implants. 14, 1999a: 473-90
104. Esposito, M., J. M. Hirsch, U. Lekholm, P. Thomsen
Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. Eur J Oral Sci. 106, 1998a: 527-51
105. Esposito, M., J. M. Hirsch, U. Lekholm, P. Thomsen
Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis. Eur J Oral Sci. 106, 1998b: 721-64
106. Esposito, M., J. Lausmaa, J. M. Hirsch, P. Thomsen
Surface analysis of failed oral titanium implants. J Biomed Mater Res. 48, 1999b: 559-68
107. Evian, C. I., S. Cutler
Autogenous gingival grafts as epithelial barriers for immediate implants: case reports. J Periodontol. 65, 1994: 201-10
108. Fickl, S., O. Zuhr, H. Wachtel, W. Bolz, M. B. Hürzeler
Hard tissue alterations after socket preservation: an experimental study in the beagle dog. Clin Oral Implants Res. 19, 2008a: 1111-8
109. Fickl, S., O. Zuhr, H. Wachtel, W. Bolz, M. B. Hürzeler
Tissue alterations after tooth extraction with and without surgical trauma: a volumetric study in the beagle dog. J Clin Periodontol. 35, 2008b: 356-63
110. Fickl, S., O. Zuhr, H. Wachtel, C. F. Stappert, J. M. Stein, M. B. Hürzeler
Dimensional changes of the alveolar ridge contour after different socket preservation techniques. J Clin Periodontol. 35, 2008c: 906-13
111. Fiorellini, J. P., T. H. Howell, D. Cochran, J. Malmquist, L. C. Lilly, D. Spagnoli, J. Toljanic, A. Jones, M. Nevins
Randomized study evaluating recombinant human bone morphogenetic protein-2 for extraction socket augmentation. J Periodontol. 76, 2005: 605-13
112. Forrest, C., B. Boyd, R. Manktelow, R. Zuker, V. Bowen
The free vascularised iliac crest tissue transfer: donor site complications associated with eighty-two cases. Br J Plast Surg. 45, 1992: 89-93
113. Fransson, C., U. Lekholm, T. Jemt, T. Berglundh
Prevalence of subjects with progressive bone loss at implants. Clin Oral Implants Res. 16, 2005: 440-6
114. Fransson, C., J. Wennstrom, T. Berglundh

- Clinical characteristics at implants with a history of progressive bone loss.* Clin Oral Implants Res. 19, 2008: 142-7
115. Freed, H. K., R. L. Gapper, K. L. Kalkwarf
Evaluation of periodontal probing forces. J Periodontol. 54, 1983: 488-92
116. Friberg, B., L. Sennerby, B. Linden, K. Grondahl, U. Lekholm
Stability measurements of one-stage Branemark implants during healing in mandibles. A clinical resonance frequency analysis study. Int J Oral Maxillofac Surg. 28, 1999a: 266-72
117. Friberg, B., L. Sennerby, N. Meredith, U. Lekholm
A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants. A 20-month clinical study. Int J Oral Maxillofac Surg. 28, 1999b: 297-303
118. Friedmann, A., F. P. Strietzel, B. Marezki, S. Pitaru, J. P. Bernimoulin
Observations on a new collagen barrier membrane in 16 consecutively treated patients. Clinical and histological findings. J Periodontol. 72, 2001: 1616-23
119. Froum, S., S. C. Cho, E. Rosenberg, M. Rohrer, D. Tarnow
Histological comparison of healing extraction sockets implanted with bioactive glass or demineralized freeze-dried bone allograft: a pilot study. J Periodontol. 73, 2002: 94-102
120. Froum, S. J., E. S. Rosenberg, N. Elian, D. Tarnow, S. C. Cho
Distraction osteogenesis for ridge augmentation: prevention and treatment of complications. thirty case reports. Int J Periodontics Restorative Dent. 28, 2008: 337-45
121. Froum, S. J., D. P. Tarnow, S. S. Wallace, M. D. Rohrer, S. C. Cho
Sinus floor elevation using anorganic bovine bone matrix (OsteoGraf/N) with and without autogenous bone: a clinical, histologic, radiographic, and histomorphometric analysis--Part 2 of an ongoing prospective study. Int J Periodontics Restorative Dent. 18, 1998: 528-43
122. Froum, S. J., S. S. Wallace, N. Elian, S. C. Cho, D. P. Tarnow
Comparison of mineralized cancellous bone allograft (Puros) and anorganic bovine bone matrix (Bio-Oss) for sinus augmentation: histomorphometry at 26 to 32 weeks after grafting. Int J Periodontics Restorative Dent. 26, 2006: 543-51
123. Fugazzotto, P. A.
Sinus floor augmentation at the time of maxillary molar extraction: technique and report of preliminary results. Int J Oral Maxillofac Implants. 14, 1999: 536-42
124. Fugazzotto, P. A., J. Vlassis
A simplified classification and repair system for sinus membrane perforations. J Periodontol. 74, 2003: 1534-41
125. Gaggl, A., G. Schultes, S. Regauer, H. Karcher
Healing process after alveolar ridge distraction in sheep. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 90, 2000: 420-9
126. Gelb, D. A.
Immediate implant surgery: three-year retrospective evaluation of 50 consecutive cases. Int J Oral Maxillofac Implants. 8, 1993: 388-99
127. Gomez-Roman, G.
Eine Methode zur quantitativen Erfassung und statistischen Auswertung des periimplantären Knochenabbaus. Stomatologie. 92, 1995: 463
128. Gorustovich, A., M. Rosenbusch, M. B. Guglielmotti
Characterization of bone around titanium implants and bioactive glass particles: an experimental study in rats. Int J Oral Maxillofac Implants. 17, 2002: 644-50
129. Goulet, J. A., L. E. Senunas, G. L. DeSilva, M. L. Greenfield
Autogenous iliac crest bone graft. Complications and functional assessment. Clin Orthop Relat Res. 1997: 76-81
130. Gualini, F., T. Berglundh
Immunohistochemical characteristics of inflammatory lesions at implants. J Clin Periodontol. 30, 2003: 14-8
131. Hardy, S. P., R. C. Wilke, J. F. Doyle

- Advantages of percutaneous hollow needle technique for iliac bone alveolar cleft grafting.* Cleft Palate Craniofac J. 36, 1999: 253-255
132. Heitz-Mayfield, L. J.
Peri-implant diseases: diagnosis and risk indicators. J Clin Periodontol. 35, 2008: 292-304
133. Hench, L. L., H. A. Paschall
Direct chemical bond of bioactive glass-ceramic materials to bone and muscle. J Biomed Mater Res. 7, 1973: 25-42
134. Herford, A. S., P. J. Boyne
Reconstruction of mandibular continuity defects with bone morphogenetic protein-2 (rhBMP-2). J Oral Maxillofac Surg. 66, 2008: 616-24
135. Herrmann, I., U. Lekholm, S. Holm, C. Kultje
Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. Int J Oral Maxillofac Implants. 20, 2005: 220-30
136. Heydecke, G.
Patient-based outcome measures: oral health-related quality of life. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 112, 2002: 605-11
137. Heydecke, G., E. Klemetti, M. A. Awad, J. P. Lund, J. S. Feine
Relationship between prosthodontic evaluation and patient ratings of mandibular conventional and implant prostheses. Int J Prosthodont. 16, 2003a: 307-12
138. Heydecke, G., D. Locker, M. A. Awad, J. P. Lund, J. S. Feine
Oral and general health-related quality of life with conventional and implant dentures. Community Dent Oral Epidemiol. 31, 2003b: 161-8
139. Heydecke, G., D. H. McFarland, J. S. Feine, J. P. Lund
Speech with maxillary implant prostheses: ratings of articulation. J Dent Res. 83, 2004: 236-40
140. Heydecke, G., J. M. Thomason, J. P. Lund, J. S. Feine
The impact of conventional and implant supported prostheses on social and sexual activities in edentulous adults Results from a randomized trial 2 months after treatment. J Dent. 33, 2005: 649-57
141. Hill, N. M., J. G. Horne, P. A. Devane
Donor site morbidity in the iliac crest bone graft. Aust N Z J Surg. 69, 1999: 726-8
142. Hoffmann, T., M. John, T. Kerschbaum, W. Micheelis, P. Potthoff, E. Reich, U. Reis, F. Reiter, U. Schiffner, E. Schroeder
Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV) - Kurzfassung. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (Bundeszahnärztekammer), 2006.
143. Hurley, L. A., F. E. Stinchfield, A. L. Bassett, W. H. Lyon
The role of soft tissues in osteogenesis. An experimental study of canine spine fusions. J Bone Joint Surg Am. 41-A, 1959: 1243-54
144. Hürzeler, M. B., A. Kirsch, K. L. Ackermann, C. R. Quinones
Reconstruction of the severely resorbed maxilla with dental implants in the augmented maxillary sinus: a 5-year clinical investigation. Int J Oral Maxillofac Implants. 11, 1996: 466-75
145. Hürzeler, M. B., R. J. Kohal, J. Naghshbandi, L. F. Mota, J. Conradt, D. Hutmacher, R. G. Caffesse
Evaluation of a new bioresorbable barrier to facilitate guided bone regeneration around exposed implant threads. An experimental study in the monkey. Int J Oral Maxillofac Surg. 27, 1998: 315-20
146. Iasella, J. M., H. Greenwell, R. L. Miller, M. Hill, C. Drisko, A. A. Bohra, J. P. Scheetz
Ridge preservation with freeze-dried bone allograft and a collagen membrane compared to extraction alone for implant site development: a clinical and histologic study in humans. J Periodontol. 74, 2003: 990-9
147. Iizuka, T., W. Smolka, W. Hallermann, R. Mericske-Stern

- Extensive augmentation of the alveolar ridge using autogenous calvarial split bone grafts for dental rehabilitation.* Clin Oral Implants Res. 15, 2004: 607-15
148. Ilizarov, G. A.
Basic principles of transosseous compression and distraction osteosynthesis. Ortop Travmatol Protez. 32, 1971: 7-15
149. Ilizarov, G. A.
The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. Clin Orthop Relat Res. 1989a: 249-81
150. Ilizarov, G. A.
The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. Clin Orthop Relat Res. 1989b: 263-85
151. Isidor, F.
Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. A clinical and radiographic study in monkeys. Clin Oral Implants Res. 7, 1996: 143-152
152. Isidor, F.
Histological evaluation of peri-implant bone at implants subjected to occlusal overload or plaque accumulation. Clin Oral Implants Res. 8, 1997: 1-9
153. Isidor, F.
Mobility assessment with the Periotest system in relation to histologic findings of oral implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 13, 1998: 377-83
154. Jahn, M., B. d`Hoedt
Zur Definition des Erfolges bei dentalen Implantaten. Z Zahnärztl Implantol. 8, 1992: 221-226
155. Jakse, N., F. J. Seibert, M. Lorenzoni, A. Eskici, C. Pertl
A modified technique of harvesting tibial cancellous bone and its use for sinus grafting. Clin Oral Implants Res. 12, 2001: 488-94
156. Jemt, T.
Regeneration of gingival papillae after single-implant treatment. Int J Periodontics Restorative Dent. 17, 1997: 326-33
157. Jensen, J., S. Sindet-Pedersen
Autogenous mandibular bone grafts and osseointegrated implants for reconstruction of the severely atrophied maxilla: a preliminary report. J Oral Maxillofac Surg. 49, 1991: 1277-87
158. Jensen, O. T., R. Cockrell, L. Kuhike, C. Reed
Anterior maxillary alveolar distraction osteogenesis: a prospective 5-year clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants. 17, 2002: 52-68
159. Jensen, O. T., R. O. Greer, Jr., L. Johnson, D. Kassebaum
Vertical guided bone-graft augmentation in a new canine mandibular model. Int J Oral Maxillofac Implants. 10, 1995: 335-44
160. Jovanovic, S. A., M. Nevins
Bone formation utilizing titanium-reinforced barrier membranes. Int J Periodontics Restorative Dent. 15, 1995a: 56-69
161. Jovanovic, S. A., R. K. Schenk, M. Orsini, E. B. Kenney
Supracrestal bone formation around dental implants: an experimental dog study. Int J Oral Maxillofac Implants. 10, 1995b: 23-31
162. Kainer, M. A., J. V. Linden, D. N. Whaley, H. T. Holmes, W. R. Jarvis, D. B. Jernigan, L. K. Archibald
Clostridium infections associated with musculoskeletal-tissue allografts. N Engl J Med. 350, 2004: 2564-71
163. Kalk, W. W., G. M. Raghoobar, J. Jansma, G. Boering
Morbidity from iliac crest bone harvesting. J Oral Maxillofac Surg. 54, 1996: 1424-9; discussion 1430
164. Kaplan, E. L., P. Meier
Nonparametric estimation from incomplete observations. J Am Statist Assoc. 53, 1958: 457

165. Karoussis, I. K., U. Bragger, G. E. Salvi, W. Burgin, N. P. Lang
Effect of implant design on survival and success rates of titanium oral implants: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System. Clin Oral Implants Res. 15, 2004: 8-17
166. Keller, E. E., D. E. Tolman, S. Eckert
Surgical-prosthodontic reconstruction of advanced maxillary bone compromise with autogenous onlay block bone grafts and osseointegrated endosseous implants: a 12-year study of 32 consecutive patients. Int J Oral Maxillofac Implants. 14, 1999: 197-209
167. Kfir, E., V. Kfir, E. Eliav, E. Kaluski
Minimally invasive antral membrane balloon elevation: report of 36 procedures. J Periodontol. 78, 2007: 2032-5
168. Khoury, F.
Augmentation of the sinus floor with mandibular bone block and simultaneous implantation: a 6-year clinical investigation. Int J Oral Maxillofac Implants. 14, 1999: 557-64
169. Krauser, J. T.
Hydroxylapatite-coated dental implants. Biologic rationale and surgical technique. Dent Clin North Am. 33, 1989: 879-903
170. Kreibich, D. N., I. R. Scott, J. M. Wells, M. Saleh
Donor site morbidity at the iliac crest: comparison of percutaneous and open methods. J Bone Joint Surg Br. 76, 1994: 847-8
171. Kubler, N., J. Reuther, T. Kirchner, B. Priessnitz, W. Sebold
Osteoinductive, morphologic, and biomechanical properties of autolyzed, antigen-extracted, allogeneic human bone. J Oral Maxillofac Surg. 51, 1993: 1346-57
172. Kubler, N. R., C. Will, R. Depprich, T. Betz, E. Reinhart, J. S. Bill, J. F. Reuther
Comparative studies of sinus floor elevation with autologous or allogeneic bone tissue. Mund Kiefer Gesichtschir. 3 Suppl 1, 1999: S53-60
173. Kuebler, A. C., J. Neugebauer, V. E. Karapetian
Autogenous hip bone graft for augmentation of the alveolar crest. In: International Congress on Reconstructive Preprosthetic Surgery Joint Meeting with California Association of Oral and Maxillofacial Surgeons April 5-7. Palm Springs, California, 2003:
174. Lambrecht, J. T., C. E. Besimo
Diagnostik, Planung, Aufklärung. In: Koeck, B., W. Wagner (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde, Bd. 13 (Implantologie), 2. Auflage. Elsevier GmbH, München, 2004: 27-46
175. Lang, N. P., R. Adler, A. Joss, S. Nyman
Absence of bleeding on probing. An indicator of periodontal stability. J Clin Periodontol. 17, 1990: 714-21
176. Lang, N. P., A. C. Wetzel, H. Stich, R. G. Caffesse
Histologic probe penetration in healthy and inflamed peri-implant tissues. Clin Oral Implants Res. 5, 1994: 191-201
177. Lazzara, R. J.
Immediate implant placement into extraction sites: surgical and restorative advantages. Int J Periodontics Restorative Dent. 9, 1989: 332-43
178. Le Lorc'h-Bukiet, I., J. F. Tulasne, A. Llorens, P. Lesclous
Parietal bone as graft material for maxillary sinus floor elevation: structure and remodeling of the donor and of recipient sites. Clin Oral Implants Res. 16, 2005: 244-9
179. Lekholm, U., R. Adell, J. Lindhe, P. I. Branemark, B. Eriksson, B. Rockler, A. M. Lindvall, T. Yoneyama
Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures. (II) A cross-sectional retrospective study. Int J Oral Maxillofac Surg. 15, 1986: 53-61
180. Lekholm, U., D. van Steenberghe, I. Herrmann, C. Bolender, T. Folmer, J. Gunne, P. Henry, K. Higuchi, W. R. Laney

- Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous jaws: a prospective 5-year multicenter study.* Int J Oral Maxillofac Implants. 9, 1994: 627-635
181. Lekholm, U., G. A. Zarb
Patient selection and preparation. In: Branemark, P. I., G. A. Zarb, T. Albrektsson (Hrsg.): Tissue Integrated Prosthesis: Osseointegration in Clinical Dentistry, Quintessence Publishing Co., Inc., Chicago, 1985: 199-209
182. Lekovic, V., P. M. Camargo, P. R. Klokkevold, M. Weinlaender, E. B. Kenney, B. Dimitrijevic, M. Nedic
Preservation of alveolar bone in extraction sockets using bioabsorbable membranes. J Periodontol. 69, 1998: 1044-9
183. Lekovic, V., E. B. Kenney, M. Weinlaender, T. Han, P. Klokkevold, M. Nedic, M. Orsini
A bone regenerative approach to alveolar ridge maintenance following tooth extraction. Report of 10 cases. J Periodontol. 68, 1997: 563-70
184. Leonhardt, A., K. Grondahl, C. Bergstrom, U. Lekholm
Long-term follow-up of osseointegrated titanium implants using clinical, radiographic and microbiological parameters. Clin Oral Implants Res. 13, 2002: 127-32
185. Lexner, E.
Verwendungsbereich von freien Knochentransplantaten. In: Lexner, E. (Hrsg.): Die Freien Transplantationen, Enke, Stuttgart, 1924: 120
186. Lindhe, J., T. Berglundh
The interface between the mucosa and the implant. Periodontol 2000. 17, 1998: 47-54
187. Lindhe, J., T. Berglundh, I. Ericsson, B. Liljenberg, C. Marinello
Experimental breakdown of peri-implant and periodontal tissues. A study in the beagle dog. Clin Oral Implants Res. 3, 1992: 9-16
188. Lindhe, J., J. Meyle
Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. J Clin Periodontol. 35, 2008: 282-5
189. Lindquist, L. W., G. E. Carlsson, T. Jemt
A prospective 15-year follow-up study of mandibular fixed prostheses supported by osseointegrated implants. Clinical results and marginal bone loss. Clin Oral Implants Res. 7, 1996: 329-36
190. Listgarten, M. A.
Pathogenesis of periodontitis. J Clin Periodontol. 13, 1986: 418-30
191. Listgarten, M. A., N. P. Lang, H. E. Schroeder, A. Schroeder
Periodontal tissues and their counterparts around endosseous implants. Clin Oral Implants Res. 2, 1991: 1-19
192. Lovelace, T. B., J. T. Mellonig, R. M. Meffert, A. A. Jones, P. V. Nummikoski, D. L. Cochran
Clinical evaluation of bioactive glass in the treatment of periodontal osseous defects in humans. J Periodontol. 69, 1998: 1027-35
193. Lundgren, S., P. Moy, C. Johansson, H. Nilsson
Augmentation of the maxillary sinus floor with particulated mandible: a histologic and histomorphometric study. Int J Oral Maxillofac Implants. 11, 1996: 760-6
194. Lundgren, S., E. Nystrom, H. Nilson, J. Gunne, O. Lindhagen
Bone grafting to the maxillary sinuses, nasal floor and anterior maxilla in the atrophic edentulous maxilla. A two-stage technique. Int J Oral Maxillofac Surg. 26, 1997: 428-34
195. Majzoub, Z., M. Berengo, R. Giardino, N. N. Aldini, G. Cordioli
Role of intramarrow penetration in osseous repair: a pilot study in the rabbit calvaria. J Periodontol. 70, 1999: 1501-10
196. Malo, P., M. de Araujo Nobre, B. Rangert
Short implants placed one-stage in maxillae and mandibles: a retrospective clinical study with 1 to 9 years of follow-up. Clin Implant Dent Relat Res. 9, 2007: 15-21
197. Marx, M. E., M. J. Morales

- Morbidity from bone harvest in major jaw reconstruction: a randomized trial comparing the lateral, anterior and posterior approaches to the ilium.* J Oral Maxillofac Surg. 48, 1988: 196-203
198. McAllister, B. S., T. E. Gaffaney
Distraction osteogenesis for vertical bone augmentation prior to oral implant reconstruction. Periodontol 2000. 33, 2003: 54-66
199. McAllister, B. S., K. Haghghat
Bone augmentation techniques. J Periodontol. 78, 2007: 377-96
200. McAllister, B. S., M. D. Margolin, A. G. Cogan, D. Buck, J. O. Hollinger, S. E. Lynch
Eighteen-month radiographic and histologic evaluation of sinus grafting with anorganic bovine bone in the chimpanzee. Int J Oral Maxillofac Implants. 14, 1999: 361-8
201. McCarthy, J. G., J. Schreiber, N. Karp, C. H. Thorne, B. H. Grayson
Lengthening the human mandible by gradual distraction. Plast Reconstr Surg. 89, 1992: 1-8; discussion 9-10
202. McCarthy, J. G., D. A. Staffenberg, R. J. Wood, C. B. Cutting, B. H. Grayson, C. H. Thorne
Introduction of an intraoral bone-lengthening device. Plast Reconstr Surg. 96, 1995: 978-81
203. McGurk, M., G. Barker, P. D. Grime
The trephining of bone from the iliac crest: an anterior approach. Int J Oral Maxillofac Surg. 22, 1993: 87-90
204. Meffert, R. M.
How to treat ailing and failing implants. Implant Dent. 1, 1992: 25-33
205. Meijer, H. J., G. M. Raghoobar, M. A. Van't Hof, M. E. Geertman, R. P. Van Oort
Implant-retained mandibular overdentures compared with complete dentures; a 5-years' follow-up study of clinical aspects and patient satisfaction. Clin Oral Implants Res. 10, 1999: 238-44
206. Mellonig, J. T., M. Nevins
Guided bone regeneration of bone defects associated with implants: an evidence-based outcome assessment. Int J Periodontics Restorative Dent. 15, 1995: 168-85
207. Meredith, N., D. Alleyne, P. Cawley
Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. Clin Oral Implants Res. 7, 1996: 261-7
208. Meredith, N., K. Book, B. Friberg, T. Jemt, L. Sennerby
Resonance frequency measurements of implant stability in vivo. A cross-sectional and longitudinal study of resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partially dentate maxilla. Clin Oral Implants Res. 8, 1997a: 226-33
209. Meredith, N., F. Shagaldi, D. Alleyne, L. Sennerby, P. Cawley
The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia. Clin Oral Implants Res. 8, 1997b: 234-43
210. Mericske-Stern, R.
Clinical evaluation of overdenture restorations supported by osseointegrated titanium implants: a retrospective study. Int J Oral Maxillofac Implants. 5, 1990: 375-83
211. Meyer, A.
Qualität von Dienstleistungen - Entwurf eines praxisorientierten Qualitätsmodells. Marketing Zeitschrift für Forschung und Praxis. 9, 1987: 187-195
212. Misch, C. E.
Bone density: A key determinant in treatment planning. In: Misch, C. E. (Hrsg.): Contemporary Implant Dentistry, 3rd edition. Mosby, St. Louis, 2008a: 130-146
213. Misch, C. E., M. L. Perel, H. L. Wang, G. Sammartino, P. Galindo-Moreno, P. Trisi, M. Steigmann, A. Rebaudi, A. Palti, M. A. Pikos, D. Schwartz-Arad, J. Choukroun, J. L. Gutierrez-Perez, G. Marenzi, D. K. Valavanis
Implant success, survival, and failure: the International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. Implant Dent. 17, 2008b: 5-15

214. Misch, C. E., R. R. Resnik, F. Misch-Dietsh
Maxillary sinus anatomy, pathology and graft surgery. In: Misch, C. E. (Hrsg.): Contemporary Implant Dentistry, 3rd edition. Mosby, St. Louis, 2008c: 905-974
215. Misch, C. M.
Comparison of intraoral donor sites for onlay grafting prior to implant placement. Int J Oral Maxillofac Implants. 12, 1997: 767-76
216. Misch, C. M.
The harvest of ramus bone in conjunction with third molar removal for onlay grafting before placement of dental implants. J Oral Maxillofac Surg. 57, 1999: 1376-9
217. Misch, C. M., C. E. Misch, R. R. Resnik, Y. H. Ismail
Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants: a preliminary procedural report. Int J Oral Maxillofac Implants. 7, 1992: 360-6
218. Mombelli, A., N. P. Lang
Clinical parameters for the evaluation of dental implants. Periodontol 2000. 4, 1994: 81-6
219. Mombelli, A., N. P. Lang
The diagnosis and treatment of peri-implantitis. Periodontol 2000. 17, 1998: 63-76
220. Mombelli, A., T. Muhle, U. Bragger, N. P. Lang, W. B. Burgin
Comparison of periodontal and peri-implant probing by depth-force pattern analysis. Clin Oral Implants Res. 8, 1997: 448-54
221. Mombelli, A., T. Muhle, R. Frigg
Depth-force patterns of periodontal probing. Attachment-gain in relation to probing force. J Clin Periodontol. 19, 1992: 295-300
222. Morais, J. A., G. Heydecke, J. Pawliuk, J. P. Lund, J. S. Feine
The effects of mandibular two-implant overdentures on nutrition in elderly edentulous individuals. J Dent Res. 82, 2003: 53-8
223. Mühlemann, H. R., S. Son
Gingival sulcus bleeding--a leading symptom in initial gingivitis. Helv Odontol Acta. 15, 1971: 107-13
224. Naert, I., M. Quirynen, D. van Steenberghe, P. Darius
A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism. J Prosthet Dent. 67, 1992: 236-45
225. Neukam, F. W., E. Esser
Implantology. Mund Kiefer Gesichtschir. 4 Suppl 1, 2000: S249-56
226. Neukam, F. W., S. Schultze-Mosgau
Implantate bei ausgedehnten Knochendefiziten. In: Koeck, W., W. Wagner (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde, Bd. 13 (Implantologie), 2. Auflage. Elsevier GmbH, München, 2004: 184-228
227. Nevins, M., M. Camelo, S. De Paoli, B. Friedland, R. K. Schenk, S. Parma-Benfenati, M. Simion, C. Tinti, B. Wagenberg
A study of the fate of the buccal wall of extraction sockets of teeth with prominent roots. Int J Periodontics Restorative Dent. 26, 2006: 19-29
228. Nevins, M., J. T. Mellonig, D. S. Clem, G. M. Reiser, D. A. Buser
Implants in regenerated bone: long-term survival. Int J Periodontics Restorative Dent. 18, 1998: 34-45
229. Newman, M. G., T. F. Flemmig
Periodontal considerations of implants and implant associated microbiota. J Dent Educ. 52, 1988: 737-44
230. Niederman, R.
Manual versus powered toothbrushes: the Cochrane review. J Am Dent Assoc. 134, 2003: 1240-4
231. Niimi, A., M. Ueda
Crevicular fluid in the osseointegrated implant sulcus: a pilot study. Int J Oral Maxillofac Implants. 10, 1995: 434-6

232. Nkenke, E., M. Radespiel-Troger, J. Wiltfang, S. Schultze-Mosgau, G. Winkler, F. W. Neukam
Morbidity of harvesting of retromolar bone grafts: a prospective study. Clin Oral Implants Res. 13, 2002: 514-21
233. Nkenke, E., S. Schultze-Mosgau, M. Radespiel-Troger, F. Kloss, F. W. Neukam
Morbidity of harvesting of chin grafts: a prospective study. Clin Oral Implants Res. 12, 2001: 495-502
234. Nkenke, E., V. Weisbach, E. Winckler, P. Kessler, S. Schultze-Mosgau, J. Wiltfang, F. W. Neukam
Morbidity of harvesting of bone grafts from the iliac crest for preprosthetic augmentation procedures: a prospective study. Int J Oral Maxillofac Surg. 33, 2004: 157-63
235. Nyman, S., J. Lindhe, T. Karring, H. Rylander
New attachment following surgical treatment of human periodontal disease. J Clin Periodontol. 9, 1982: 290-6
236. Oda, T., Y. Sawaki, M. Ueda
Experimental alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using a simple device that permits secondary implant placement. Int J Oral Maxillofac Implants. 15, 2000: 95-102
237. Paolantonio, M., M. Dolci, A. Scarano, D. d'Archivio, G. di Placido, V. Tumini, A. Piattelli
Immediate implantation in fresh extraction sockets. A controlled clinical and histological study in man. J Periodontol. 72, 2001: 1560-71
238. Parma-Benfenati, S., C. Tinti, T. Albrektsson, C. Johansson
Histologic evaluation of guided vertical ridge augmentation around implants in humans. Int J Periodontics Restorative Dent. 19, 1999: 424-37
239. Perdijk, F. B., G. J. Meijer, P. J. Strijen, R. Koole
Complications in alveolar distraction osteogenesis of the atrophic mandible. Int J Oral Maxillofac Surg. 36, 2007: 916-21
240. Perez-Sayans, M., B. Fernandez-Gonzalez, M. Somoza-Martin, J. M. Gandara-Rey, A. Garcia-Garcia
Peri-implant bone resorption around implants placed in alveolar bone subjected to distraction osteogenesis. J Oral Maxillofac Surg. 66, 2008: 787-90
241. Petty, W., S. Spanier, J. J. Shuster, C. Silverthorne
The influence of skeletal implants on incidence of infection. Experiments in a canine model. J Bone Joint Surg Am. 67, 1985: 1236-44
242. Phillips, J. H., B. A. Rahn
Fixation effects on membranous and endochondral onlay bone-graft resorption. Plast Reconstr Surg. 82, 1988: 872-7
243. Pietrokovski, J., M. Massler
Alveolar ridge resorption following tooth extraction. J Prosthet Dent. 17, 1967: 21-7
244. Pikos, M. A.
Block autografts for localized ridge augmentation: Part I. The posterior maxilla. Implant Dent. 8, 1999: 279-85
245. Pikos, M. A.
Block autografts for localized ridge augmentation: Part II. The posterior mandible. Implant Dent. 9, 2000: 67-75
246. Pontoriero, R., M. P. Tonelli, G. Carnevale, A. Mombelli, S. R. Nyman, N. P. Lang
Experimentally induced peri-implant mucositis. A clinical study in humans. Clin Oral Implants Res. 5, 1994: 254-9
247. Proussaefs, P., J. Lozada
The use of intraorally harvested autogenous block grafts for vertical alveolar ridge augmentation: a human study. Int J Periodontics Restorative Dent. 25, 2005: 351-63
248. Proussaefs, P., J. Lozada, A. Kleinman, M. D. Rohrer, P. J. McMillan

- The use of titanium mesh in conjunction with autogenous bone graft and inorganic bovine bone mineral (bio-oss) for localized alveolar ridge augmentation: a human study.* Int J Periodontics Restorative Dent. 23, 2003: 185-95
249. Quirynen, M., C. Dekeyser, D. van Steenberghe
Discriminating power of five plaque indices. J Periodontol. 62, 1991a: 100-5
250. Quirynen, M., I. Naert, D. van Steenberghe, C. Dekeyser, A. Callens
Periodontal aspects of osseointegrated fixtures supporting a partial bridge. An up to 6-years retrospective study. J Clin Periodontol. 19, 1992: 118-26
251. Quirynen, M., D. van Steenberghe
Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. Clin Oral Implants Res. 4, 1993: 158-61
252. Quirynen, M., D. van Steenberghe, R. Jacobs, A. Schotte, P. Darius
The reliability of pocket probing around screw-type implants. Clin Oral Implants Res. 2, 1991b: 186-92
253. Quirynen, M., D. van Steenberghe, M. Vuylsteke
The possibility of measuring plaque growth in vivo within 24 hours. J Periodontal Res. 20, 1985: 321-8
254. Rachmiel, A., S. Srouji, M. Peled
Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis. Int J Oral Maxillofac Surg. 30, 2001: 510-7
255. Raghoobar, G. M., R. H. Batenburg, N. M. Timmenga, A. Vissink, H. Reintsema
Morbidity and complications of bone grafting of the floor of the maxillary sinus for the placement of endosseous implants. Mund Kiefer Gesichtschir. 3 Suppl 1, 1999: S65-9
256. Raghoobar, G. M., R. H. Batenburg, A. Vissink, H. Reintsema
Augmentation of localized defects of the anterior maxillary ridge with autogenous bone before insertion of implants. J Oral Maxillofac Surg. 54, 1996: 1180-5; discussion 1185-6
257. Raghoobar, G. M., R. S. Liem, A. Vissink
Vertical distraction of the severely resorbed edentulous mandible: a clinical, histological and electron microscopic study of 10 treated cases. Clin Oral Implants Res. 13, 2002: 558-65
258. Raghoobar, G. M., L. Meijndert, W. W. Kalk, A. Vissink
Morbidity of mandibular bone harvesting: a comparative study. Int J Oral Maxillofac Implants. 22, 2007: 359-65
259. Raghoobar, G. M., A. Vissink, H. Reintsema, R. H. Batenburg
Bone grafting of the floor of the maxillary sinus for the placement of endosseous implants. Br J Oral Maxillofac Surg. 35, 1997: 119-25
260. Regev, E., R. A. Smith, D. H. Perrott, M. A. Pogrel
Maxillary sinus complications related to endosseous implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 10, 1995: 451-61
261. Reynolds, M. A., M. E. Aichelmann-Reidy, G. L. Branch-Mays, J. C. Gunsolley
The efficacy of bone replacement grafts in the treatment of periodontal osseous defects. A systematic review. Ann Periodontol. 8, 2003: 227-65
262. Robinson, P. G., S. A. Deacon, C. Deery, M. Heanue, A. D. Walmsley, H. V. Worthington, A. M. Glenny, W. C. Shaw
Manual versus powered toothbrushing for oral health. Cochrane Database Syst Rev. 2005: 1-112
263. Romanos, G. E., G.-H. Nentwig
Parodontologie und Implantologie. In: Heidemann, D. (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde, Bd. 4 (Parodontologie), 4. Auflage. Elsevier GmbH, München, 2005: 323-340
264. Romanos, G. E., C. Schroter-Kermani, J. R. Strub
Inflamed human periodontal versus peri-implant gingival tissues: an immunohistochemical differentiation of the extracellular matrix. Int J Oral Maxillofac Implants. 11, 1996: 605-11
265. Roos-Jansaker, A. M., C. Lindahl, H. Renvert, S. Renvert

- Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part II: presence of peri-implant lesions.* J Clin Periodontol. 33, 2006: 290-5
266. Rosen, P. S., R. Summers, J. R. Mellado, L. M. Salkin, R. H. Shanaman, M. H. Marks, P. A. Fugazzotto
The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients. Int J Oral Maxillofac Implants. 14, 1999: 853-8
267. Rosenberg, E. S., J. P. Torosian, J. Slots
Microbial differences in 2 clinically distinct types of failures of osseointegrated implants. Clin Oral Implants Res. 2, 1991: 135-44
268. Rosenquist, B., B. Grenthe
Immediate placement of implants into extraction sockets: implant survival. Int J Oral Maxillofac Implants. 11, 1996: 205-9
269. Rudman, R. A.
Prospective evaluation of morbidity associated with iliac crest harvest for alveolar cleft grafting. J Oral Maxillofac Surg. 55, 1997: 219-23; discussion 223-4
270. Sader, R., H. Deppe, A. Neff, H. F. Zeilhofer
Significance of profile prognosis in implant management of the atrophic maxilla. Mund Kiefer Gesichtschir. 3 Suppl 1, 1999: S48-52
271. Salama, H., M. Salama
The role of orthodontic extrusive remodeling in the enhancement of soft and hard tissue profiles prior to implant placement: a systematic approach to the management of extraction site defects. Int J Periodontics Restorative Dent. 13, 1993: 312-33
272. Salvi, G. E., J. Lindhe, N. P. Lang
Examination of Patients with Periodontal Diseases. In: Lang, N. P., J. Lindhe (Hrsg.): Clinical Periodontology and Implant Dentistry, 5th edition. Blackwell Munksgaard, Oxford, UK, 2008: 573-586
273. Sandler, N. A., F. R. Johns, T. W. Braun
Advances in the management of acute and chronic sinusitis. J Oral Maxillofac Surg. 54, 1996: 1005-13
274. Sanz, M., J. Alandez, P. Lazaro, J. L. Calvo, M. Quirynen, D. van Steenberghe
Histo-pathologic characteristics of peri-implant soft tissues in Branemark implants with 2 distinct clinical and radiological patterns. Clin Oral Implants Res. 2, 1991: 128-34
275. Saulacic, N., M. Somosa Martin, M. de Los Angeles Leon Camacho, A. Garcia Garcia
Complications in alveolar distraction osteogenesis: A clinical investigation. J Oral Maxillofac Surg. 65, 2007: 267-74
276. Schliephake, H., G. Berding
Evaluation of bone healing in patients with bone grafts and endosseous implants using single photon emission tomography (SPECT). Clin Oral Implants Res. 9, 1998: 34-42
277. Schliephake, H., F. W. Neukam, M. Wichmann
Survival analysis of endosseous implants in bone grafts used for the treatment of severe alveolar ridge atrophy. J Oral Maxillofac Surg. 55, 1997: 1227-33; discussion 1233-4
278. Schmelzeisen, R., G. Neumann, R. von der Fecht
Distraction osteogenesis in the mandible with a motor-driven plate: a preliminary animal study. Br J Oral Maxillofac Surg. 34, 1996: 375-8
279. Schratt, H., G. Regel, B. Kiesewetter, H. Tscherner
HIV-Infektion durch kältekonservierte Knochentransplantate. Unfallchirurg. 99, 1996: 679-84
280. Schropp, L., L. Kostopoulos, A. Wenzel
Bone healing following immediate versus delayed placement of titanium implants into extraction sockets: a prospective clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants. 18, 2003a: 189-99
281. Schropp, L., A. Wenzel, L. Kostopoulos, T. Karring

- Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study.* Int J Periodontics Restorative Dent. 23, 2003b: 313-23
282. Schulte, W., B. d'Hoedt, D. Lukas, M. Maunz, M. Steppeler
Periotest for measuring periodontal characteristics--correlation with periodontal bone loss. J Periodontal Res. 27, 1992: 184-90
283. Schultze-Mosgau, S., M. Keweloh, J. Wiltfang, P. Kessler, F. W. Neukam
Histomorphometric and densitometric changes in bone volume and structure after avascular bone grafting in the extremely atrophic maxilla. Br J Oral Maxillofac Surg. 39, 2001: 439-47
284. Schultze-Mosgau, S., H. Schliephake, F. W. Neukam
Soft tissue profile changes after autogenous iliac crest onlay grafting for the extremely atrophic maxilla. J Oral Maxillofac Surg. 58, 2000: 971-5; discussion 975-7
285. Schwartz, Z., A. Somers, J. T. Mellonig, D. L. Carnes, Jr., D. D. Dean, D. L. Cochran, B. D. Boyan
Ability of commercial demineralized freeze-dried bone allograft to induce new bone formation is dependent on donor age but not gender. J Periodontol. 69, 1998: 470-8
286. Schwarz, F., M. Hertzen, D. Ferrari, M. Wieland, L. Schmitz, E. Engelhardt, J. Becker
Guided bone regeneration at dehiscence-type defects using biphasic hydroxyapatite + beta tricalcium phosphate (Bone Ceramic) or a collagen-coated natural bone mineral (BioOss Collagen): an immunohistochemical study in dogs. Int J Oral Maxillofac Surg. 36, 2007: 1198-206
287. Sclar, A. G.
Strategies for management of single-tooth extraction sites in aesthetic implant therapy. J Oral Maxillofac Surg. 62, 2004: 90-105
288. Senn, N.
On the healing of aseptic bone cavities by implantation of aseptic decalcified bone. Am J Med Sci. 98, 1889: 219
289. Sennerby, L., N. Meredith
Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. Periodontol 2000. 47, 2008: 51-66
290. Silness, J., H. Loe
Periodontal Disease in Pregnancy: Correlation between Oral Hygiene and Periodontal Condition. Acta Odontol Scand. 22, 1964: 121-35
291. Simion, M., S. A. Jovanovic, C. Tinti, S. P. Benfenati
Long-term evaluation of osseointegrated implants inserted at the time or after vertical ridge augmentation. A retrospective study on 123 implants with 1-5 year follow-up. Clin Oral Implants Res. 12, 2001: 35-45
292. Simion, M., S. A. Jovanovic, P. Trisi, A. Scarano, A. Piattelli
Vertical ridge augmentation around dental implants using a membrane technique and autogenous bone or allografts in humans. Int J Periodontics Restorative Dent. 18, 1998: 8-23
293. Simion, M., U. Misitano, L. Gionso, A. Salvato
Treatment of dehiscences and fenestrations around dental implants using resorbable and nonresorbable membranes associated with bone autografts: a comparative clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants. 12, 1997: 159-67
294. Simion, M., P. Trisi, A. Piattelli
Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with osseointegrated implants. Int J Periodontics Restorative Dent. 14, 1994: 496-511
295. Small, S. A., I. D. Zinner, F. V. Panno, H. J. Shapiro, J. I. Stein
Augmenting the maxillary sinus for implants: report of 27 patients. Int J Oral Maxillofac Implants. 8, 1993: 523-8
296. Smiler, D. G.
The sinus lift graft: basic technique and variations. Pract Periodontics Aesthet Dent. 9, 1997: 885-93; quiz 895

297. Smith, D. E., G. A. Zarb
Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. J Prosthet Dent. 62, 1989: 567-72
298. Snauwaert, K., J. Duyck, D. van Steenberghe, M. Quirynen, I. Naert
Time dependent failure rate and marginal bone loss of implant supported prostheses: a 15-year follow-up study. Clin Oral Investig. 4, 2000: 13-20
299. Steigmann, M.
A bovine-bone mineral block for the treatment of severe ridge deficiencies in the anterior region: a clinical case report. Int J Oral Maxillofac Implants. 23, 2008: 123-8
300. Stellingsma, C., G. M. Raghoobar, H. J. Meijer, R. H. Batenburg
Reconstruction of the extremely resorbed mandible with interposed bone grafts and placement of endosseous implants. A preliminary report on outcome of treatment and patients' satisfaction. Br J Oral Maxillofac Surg. 36, 1998: 290-5
301. Stellingsma, C., A. Vissink, H. J. Meijer, C. Kuiper, G. M. Raghoobar
Implantology and the severely resorbed edentulous mandible. Crit Rev Oral Biol Med. 15, 2004: 240-8
302. Stoelinga, P. J., J. I. Cawood
Report of the International Research Group on Reconstructive Preprosthetic Surgery: the history of the Consensus Conference on Reconstructive Preprosthetic Surgery. Int J Oral Maxillofac Surg. 25, 1996: 81-4
303. Strid, K.-G.
Radiographic Results. In: Branemark, P. I., G. Zarb, T. Albrektsson (Hrsg.): Tissue Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry, Quintessence Publishing Co., Inc., Chicago, 1985: 183-194
304. Strietzel, F. P.
Risks and complications of membrane-guided bone regeneration. Retrospective analysis. Mund Kiefer Gesichtschir. 5, 2001: 28-32
305. Summers, B. N., S. M. Eisenstein
Donor site pain from the ilium. A complication of lumbar spine fusion. J Bone Joint Surg Br. 71, 1989: 677-80
306. Summers, R. B.
A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. Compendium. 15, 1994: 152, 154-6, 158
307. Sussman, H. I., S. S. Moss
Localized osteomyelitis secondary to endodontic-implant pathosis. A case report. J Periodontol. 64, 1993: 306-10
308. Takahashi, T., K. Funaki, H. Shintani, T. Haruoka
Use of horizontal alveolar distraction osteogenesis for implant placement in a narrow alveolar ridge: a case report. Int J Oral Maxillofac Implants. 19, 2004: 291-4
309. Tallgren, A.
The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. J Prosthet Dent. 27, 1972: 120-32
310. Tarnow, D. P., R. N. Eskow, J. Zamzok
Aesthetics and implant dentistry. Periodontol 2000. 11, 1996: 85-94
311. Tarnow, D. P., S. S. Wallace, S. J. Froum, M. D. Rohrer, S. C. Cho
Histologic and clinical comparison of bilateral sinus floor elevations with and without barrier membrane placement in 12 patients: Part 3 of an ongoing prospective study. Int J Periodontics Restorative Dent. 20, 2000: 117-25
312. Tayapongsak, P., J. A. Wimsatt, J. P. LaBanc, M. F. Dolwick
Morbidity from anterior ilium bone harvest. A comparative study of lateral versus medial surgical approach. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 78, 1994: 296-300
313. Taylor, J. C., S. E. Cuff, J. P. Leger, A. Morra, G. I. Anderson

- In vitro osteoclast resorption of bone substitute biomaterials used for implant site augmentation: a pilot study.* Int J Oral Maxillofac Implants. 17, 2002: 321-30
314. Teixeira, E. R., Y. Sato, Y. Akagawa, T. Kimoto
Correlation between mucosal inflammation and marginal bone loss around hydroxyapatite-coated implants: a 3-year cross-sectional study. Int J Oral Maxillofac Implants. 12, 1997: 74-81
315. Timmenga, N. M., G. M. Raghoobar, R. van Weissenbruch, A. Vissink
Maxillary sinusitis after augmentation of the maxillary sinus floor: a report of 2 cases. J Oral Maxillofac Surg. 59, 2001: 200-4
316. Tinti, C., S. Parma-Benfenati, G. Polizzi
Vertical ridge augmentation: what is the limit? Int J Periodontics Restorative Dent. 16, 1996: 220-9
317. Tolman, D. E.
Reconstructive procedures with endosseous implants in grafted bone: a review of the literature. Int J Oral Maxillofac Implants. 10, 1995: 275-94
318. Tonetti, M. S.
Risk factors for osseodisintegration. Periodontol 2000. 17, 1998: 55-62
319. Tonetti, M. S., M. Imboden, L. Gerber, N. P. Lang
Compartmentalization of inflammatory cell phenotypes in normal gingiva and peri-implant keratinized mucosa. J Clin Periodontol. 22, 1995: 735-42
320. Tonetti, M. S., J. Schmid
Pathogenesis of implant failures. Periodontol 2000. 4, 1994: 127-38
321. Tritten, C. B., G. C. Armitage
Comparison of a sonic and a manual toothbrush for efficacy in supragingival plaque removal and reduction of gingivitis. J Clin Periodontol. 23, 1996: 641-8
322. Urbani, G., G. Lombardo, E. Santi, U. Consolo
Distraction osteogenesis to achieve mandibular vertical bone regeneration: a case report. Int J Periodontics Restorative Dent. 19, 1999: 321-31
323. Urbani, G., G. Lombardo, E. Santi, D. Tarnow
Localized ridge augmentation with chin grafts and resorbable pins: case reports. Int J Periodontics Restorative Dent. 18, 1998: 363-75
324. Urist, M.
Bone: formation by autoinduction. Science. 150, 1965: 893-9
325. Valentini, P., D. Abensur
Maxillary sinus floor elevation for implant placement with demineralized freeze-dried bone and bovine bone (Bio-Oss): a clinical study of 20 patients. Int J Periodontics Restorative Dent. 17, 1997: 232-41
326. Valentini, P., D. J. Abensur
Maxillary sinus grafting with anorganic bovine bone: a clinical report of long-term results. Int J Oral Maxillofac Implants. 18, 2003: 556-60
327. van den Bergh, J. P., C. M. ten Bruggenkate, G. Krekeler, D. B. Tuinzing
Sinusfloor elevation and grafting with autogenous iliac crest bone. Clin Oral Implants Res. 9, 1998: 429-35
328. van der Meij, E. H., J. Blankestijn, R. M. Berns, R. J. Bun, A. Jovanovic, J. M. Onland, J. Schoen
The combined use of two endosteal implants and iliac crest onlay grafts in the severely atrophic mandible by a modified surgical approach. Int J Oral Maxillofac Surg. 34, 2005: 152-7
329. Vance, G. S., H. Greenwell, R. L. Miller, M. Hill, H. Johnston, J. P. Scheetz
Comparison of an allograft in an experimental putty carrier and a bovine-derived xenograft used in ridge preservation: a clinical and histologic study in humans. Int J Oral Maxillofac Implants. 19, 2004: 491-7
330. Vandekerckhove, B., M. Quirynen, P. R. Warren, J. Strate, D. van Steenberghe

- The safety and efficacy of a powered toothbrush on soft tissues in patients with implant-supported fixed prostheses.* Clin Oral Investig. 8, 2004: 206-10
331. Verhoeven, J. W., M. S. Cune, M. Terlou, M. A. Zoon, C. de Putter
The combined use of endosteal implants and iliac crest onlay grafts in the severely atrophic mandible: a longitudinal study. Int J Oral Maxillofac Surg. 26, 1997: 351-7
332. von Arx, T., D. Buser
Horizontal ridge augmentation using autogenous bone grafts and the guided bone regeneration technique with collagen membranes: a clinical study with 42 patients. Clin Oral Implants Res. 17, 2006: 359-366
333. von Arx, T., J. Häfliger, V. Chappuis
Neurosensory disturbances following bone harvesting in the symphysis: a prospective clinical study. Clin Oral Implants Res. 16, 2005: 432-439
334. von Arx, T., N. Hardt, B. Wallkamm
The TIME technique: a new method for localized alveolar ridge augmentation prior to placement of dental implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 11, 1996: 387-94
335. von Arx, T., B. Kurt
Endoral donor bone removal for autografts. A comparative clinical study of donor sites in the chin area and the retromolar region. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 108, 1998: 446-59
336. Wagner, W., B. Al Nawas
Implantmaterialien und Konstruktionsprinzipien der Implanate aus chirurgischer Sicht. In: Koeck, B., W. Wagner (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde, Bd. 13 (Implantologie), 2. Auflage. Elsevier GmbH, München, 2004: 61-97
337. Wainwright, M., A. Troedhan, A. Kurrek
The IntraLift: A new minimal invasive ultrasonic technique for sinus grafting procedures. Implants. 8, 2007: 30-34
338. Wallace, S. S., S. J. Froum
Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. Ann Periodontol. 8, 2003: 328-43
339. Wang, H. L., Y. P. Tsao
Histologic evaluation of socket augmentation with mineralized human allograft. Int J Periodontics Restorative Dent. 28, 2008: 231-7
340. Wang, S. F., K. N. Leknes, G. J. Zimmerman, T. J. Sigurdsson, U. M. Wikesjo, K. A. Selvig
Reproducibility of periodontal probing using a conventional manual and an automated force-controlled electronic probe. J Periodontol. 66, 1995: 38-46
341. Wannfors, K., B. Johansson, M. Hallman, T. Strandkvist
A prospective randomized study of 1- and 2-stage sinus inlay bone grafts: 1-year follow-up. Int J Oral Maxillofac Implants. 15, 2000: 625-32
342. Weber, H. P., C. C. Crohin, J. P. Fiorellini
A 5-year prospective clinical and radiographic study of non-submerged dental implants. Clin Oral Implants Res. 11, 2000: 144-53
343. Welsch, U.
Knochengewebe. In: Welsch, U. (Hrsg.): Sobotta Lehrbuch Histologie, 1. Auflage. Urban & Fischer Verlag, München, 2003: 119-133
344. Weng, D., Z. Jacobson, D. Tarnow, M. B. Hürzeler, O. Faehn, F. Sanavi, P. Barkvoll, R. M. Stach
A prospective multicenter clinical trial of 3i machined-surface implants: results after 6 years of follow-up. Int J Oral Maxillofac Implants. 18, 2003: 417-23
345. Wennström, J. L., F. Bengazi, U. Lekholm
The influence of the masticatory mucosa on the peri-implant soft tissue condition. Clin Oral Implants Res. 5, 1994: 1-8
346. Wennström, J. L., R. M. Palmer
Consensus report of Session C. In: 3rd European Workshop on Periodontology: Implant Dentistry. Ittingen, Switzerland, 1999:

347. Wenz, B., B. Oesch, M. Horst
Analysis of the risk of transmitting bovine spongiform encephalopathy through bone grafts derived from bovine bone. Biomaterials. 22, 2001: 1599-606
348. Wheeler, S. L.
Sinus augmentation for dental implants: the use of alloplastic materials. J Oral Maxillofac Surg. 55, 1997: 1287-93
349. Wheeler, S. L., R. E. Holmes, C. J. Calhoun
Six-year clinical and histologic study of sinus-lift grafts. Int J Oral Maxillofac Implants. 11, 1996: 26-34
350. Widmark, G., B. Andersson, C. J. Ivanoff
Mandibular bone graft in the anterior maxilla for single-tooth implants. Presentation of surgical method. Int J Oral Maxillofac Surg. 26, 1997: 106-9
351. Winter, A. A., A. S. Pollack, R. B. Odrich
Placement of implants in the severely atrophic posterior maxilla using localized management of the sinus floor: a preliminary study. Int J Oral Maxillofac Implants. 17, 2002: 687-95
352. Wolff, L., A. Kim, M. Nunn, B. Bakdash, J. Hinrichs
Effectiveness of a sonic toothbrush in maintenance of dental implants. A prospective study. J Clin Periodontol. 25, 1998: 821-8
353. Wolvius, E. B., M. Scholtemeijer, M. Weijland, W. C. Hop, K. G. van der Wal
Complications and relapse in alveolar distraction osteogenesis in partially dentulous patients. Int J Oral Maxillofac Surg. 36, 2007: 700-5
354. Wood, R. M., D. L. Moore
Grafting of the maxillary sinus with intraorally harvested autogenous bone prior to implant placement. Int J Oral Maxillofac Implants. 3, 1988: 209-14
355. Yukna, R. A.
Clinical comparison of hydroxyapatite-coated titanium dental implants placed in fresh extraction sockets and healed sites. J Periodontol. 62, 1991: 468-72
356. Zechner, W., N. Trinkl, G. Watzak, D. Busenlechner, G. Tepper, R. Haas, G. Watzek
Radiologic follow-up of peri-implant bone loss around machine-surfaced and rough-surfaced interforaminal implants in the mandible functionally loaded for 3 to 7 years. Int J Oral Maxillofac Implants. 19, 2004: 216-21
357. Zinreich, S. J., D. W. Kennedy, A. E. Rosenbaum, B. W. Gayler, A. J. Kumar, H. Stammberger
Paranasal sinuses: CT imaging requirements for endoscopic surgery. Radiology. 163, 1987: 769-75
358. Zitzmann, N. U., T. Berglundh
Definition and prevalence of peri-implant diseases. J Clin Periodontol. 35, 2008: 286-91
359. Zitzmann, N. U., R. Naef, P. Scharer
Resorbable versus nonresorbable membranes in combination with Bio-Oss for guided bone regeneration. Int J Oral Maxillofac Implants. 12, 1997: 844-52
360. Zitzmann, N. U., P. Scharer, C. P. Marinello
Long-term results of implants treated with guided bone regeneration: a 5-year prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants. 16, 2001: 355-66
361. Zöller, J. E., J. Neugebauer
Distractionsosteogenese - eine interessante Therapieoption. Z Orale Implantol. 02/08, 2008: 90-103
362. Zöller, J. E., J. Neugebauer, F. C. Lazar
Kieferkammdistraktion und/oder Beckenkammaugmentation. In: Horch, H. H. (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde, Bd. 10 (Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie), 4. Auflage. Elsevier GmbH, München, 2007: 200-222
363. Zubillaga, G., S. Von Hagen, B. I. Simon, M. J. Deasy

Changes in alveolar bone height and width following post-extraction ridge augmentation using a fixed bioabsorbable membrane and demineralized freeze-dried bone osteoinductive graft. J Periodontol. 74, 2003: 965-75

14. Danksagung

Sehr herzlicher Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. med. dent. Herbert Deppe für die freundliche, immer zügige und unkomplizierte Unterstützung sowie Vertrauen und Geduld während der gesamten Zusammenarbeit.

Weiterhin danke ich Frau Caterina Riehle für ihren Beistand und Mithilfe bei der Strukturierung und der statistischen Auswertung meiner umfangreichen Datensammlung.

Auch bei allen Mitarbeiter(innen) der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Klinikums Rechts der Isar, besonders Frau Frimberger und Frau Keul, bedanke ich mich für ihre nette Unterstützung.

Besonders gefreut habe ich mich über die Unterstützung durch Prof. Dr. Dr. Anton Meyer bei der Endfassung meiner Arbeit. Lieber Toni, erst Deine klare Sicht der Dinge haben mir einige Schlussfolgerungen aufgezeigt und der Diskussion des Themas den entscheidenden Feinschliff gegeben.

Schließlich danke ich meiner Familie und meiner Freundin Kathi. Euer unaufhörlicher Beistand, fachlich, moralisch und nicht zuletzt kulinarisch, hat mich immer neu ermutigt und auch in schwierigen Zeiten fest auf Zielkurs gehalten. Ich bin mir sicher, ohne Euch wären einige Hürden auf meinem Weg nicht so leicht zu überwinden gewesen.

15. Lebenslauf

PERSÖNLICHE DATEN

Name: Schaller, Dennis Oliver
Geburtsdatum: 08. März 1982
Geburtsort: München
Staatsangehörigkeit: Deutsch
Eltern: Dr. med. dent. Anton Schaller, Zahnarzt
Susanne Schaller, Diplomsozialpädagogin
Geschwister: Marie Isabel Schaller, Medizinstudentin

AUSBILDUNGSDATEN

05/2001 Abitur mit Notendurchschnitt 1,9
Nymphenburger Gymnasium München
11/2001 – 09/2002 Zivildienst KfH Dialysezentrum in Neuried/München
10/2002 Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der LMU
München
09/2004 – 12/2004 Kursassistent im Kursus „Mikroskopische Anatomie
für Zahnmediziner“
04/2005 Zahnärztliche Vorprüfung, Gesamtnote „gut“
02/2008 Zahnärztliche Prüfung, Gesamtnote „gut“

BERUFSERFAHRUNGEN

Ab 2002 regelmäßige Famulatur in der Praxis für
Zahnheilkunde Dr. Anton Schaller in
Planegg/München
10/2006 – 12/2006 Klinisches Praktikum Ministry of Health, Tonga
03/2007 Famulatur in der Praxis für Zahnheilkunde Dres.
Bayer, Kistler, Kistler, Elbertzhagen in Landsberg a.
Lech
Ab 04/2008 Tätigkeit als Assistenz Zahnarzt in väterlicher Praxis
in Planegg/München
02/2009 Famulatur in der Praxis für Zahnheilkunde
Dr. Wolfgang Bolz, Prof. Dr. Hannes Wachtel in
München
Ab 2002 Zahlreiche Fortbildungen in Deutschland, Europa
und USA mit den thematischen Schwerpunkten
Parodontologie, Implantologie und ästhetische
Zahnheilkunde

SONSTIGE INTERESSEN

Sport (Wintersport, Windsurfen, Fußball, Golf)
Reisen (Australien, Tonga, Burma, USA, Kenia)