

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. h.c. U. Joos -

**Retrospektive Analyse von Knochenvolumen und
Überlebensraten nach Blockaugmentat und
Implantation des Straumann[®] Dental Implant Systems**

INAUGURAL – DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae dentium

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von Fandel, Markus

aus Bonn

2007

**Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster**

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Volker Arolt

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J. Kleinheinz

2. Berichterstatter: OA Prof. Dr. med. Dr. med. dent. L. Figgener

Tag der mündlichen Prüfung: 29.05.2007

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. h.c. U. Joos -
Referent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J. Kleinheinz
Koreferent: OA Prof. Dr. med. Dr. med. dent. L. Figgener

ZUSAMMENFASSUNG

Retrospektive Analyse von Knochenvolumen und Überlebensraten nach
Blockaugmentat und Implantation des Straumann® Dental Implant Systems

Markus Fandel

Im Rahmen dieser Arbeit wurden retrospektive Daten von 38 Patienten mit 176 Implantaten ausgewertet, die im Zeitraum vom 14.06.1994 bis zum 25.07.2002 in der Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie der Westfälischen Wilhelms-Universität ein Blockaugmentat in Kombination mit einer simultanen oder sekundären Implantation erhielten.

Der Mittelwertvergleich der marginalen Knochenveränderungen zeigt bei der simultanen und der sekundären Operationsmethode die gleiche Resorptionstendenz, bei konstant höheren Resorptionen der simultanen Blockaugmentation und Implantation. Bei der statistischen Auswertung der beiden Operationsmethoden zueinander ergibt sich eine Signifikanz von $p=0,004$. Die Klassifizierung der Implantate zu der jeweiligen Operationsmethode über das Maß der Abbauvorgänge erfolgt mit 82,5% und liegt somit weit über dem Zufallsmaß.

Für die Überlebensrate der Implantate können mit Hilfe der Logistischen Regression einige Variablen ermittelt werden, mit denen eine Prognose von 96,4% in der Klassifizierungstabelle erreicht wird.

Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede in der Operationsmethode und rapide Knochenverluste gegenüber der alleinigen Implantation, während der Implantatverlust durch die schon bekannten Einflussfaktoren mitbestimmt wird.

Tag der mündlichen Prüfung: 29.05.2007

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Medizinische Bedeutung.....	2
1.3 Ziele der Arbeit	3
1.4 Aufbau der Arbeit.....	3
2 Theoretische Grundlagen.....	5
2.1 Anatomie und Physiologie der Kieferknochen	5
2.2 Folgen der Knochenresorption.....	6
2.3 Autogenes Blockaugmentat	8
2.3.1 Funktion des Blockaugmentats	9
2.3.2 Indikationen und Techniken der Beckenkammaugmentation	10
2.4 Erfolgskriterien für Implantate	11
2.5 Knochenresorptionen durch Noxen.....	13
2.6 Röntgenologische Dokumentation	14
3 Material, Messmethodik und Auswertungsmethoden	16
3.1 Patientengut der Studie	16
3.2 Material.....	16
3.3 Messmethodik.....	19
3.3.1 Untersuchungsparameter.....	21
3.3.2 Beschreibung der Messmethodik	22
3.4 Auswertungsmethoden	23
4 Ergebnisse	25
4.1 Ergebnisse der radiologischen Auswertung.....	25
4.1.1 Deskriptive Statistiken	25
4.1.2 Der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest	26
4.1.3 T-Test auf Mittelwertgleichheit	27
4.1.4 Diskriminanzanalyse	29
4.1.5 Kerndichteschätzung.....	30

4.1.6 Multivariate Kerndichteschätzung.....	34
4.2 Ergebnisse der protokollierten Datenanalyse	36
4.2.1 Logistische Regression	36
5 Diskussion	39
6 Zusammenfassung	48
7 Literaturverzeichnis	49
8 Anhang	LIX
8.1 Verzeichnis der im Text verwendeten Abbildungen	LIX
8.2 Verzeichnis der im Text verwendeten Tabellen	LX
8.3 Urliste der Patientenerhebung	LXI
8.4 Urlisten der Datenerhebung.....	LXII
8.5 Bildanhang.....	LXVI
8.6 Danksagung.....	LXVII
8.7 Lebenslauf	LXVIII

1 Einleitung

Enossale Implantate sind heute neben der konventionellen Versorgung eine wissenschaftlich anerkannte Therapie [25]. Durch die Implantation künstlicher Wurzeln in den Kieferknochen kann in der Zahnmedizin dem Wunsch der Rehabilitation teilbezahnter oder zahnloser Patienten auf einen festverankerbaren Zahnersatz immer mehr entsprochen werden [1,63,64,73,74]. Der Erhalt anatomischer Strukturen und der Schutz benachbarter Zähne versprechen eine optimale Versorgung bis in das hohe Alter hinein [24,25]. Auch Patienten mit starker Alveolarkammatrophy können nach entsprechender Knochenaugmentation mit Implantaten versorgt werden [39,51]. Die Art der späteren implantatprothetischen Versorgung reicht von der Einzelkrone über die partielle Prothese bis hin zur Totalprothese und gehört mit einer Überlebenswahrscheinlichkeit von ca. 92% nach 10 Jahren zu den langlebigen Behandlungsmöglichkeiten der Prothetik [27]. Durch die Schonung von Hartsubstanz und den Erhalt der Eigenbeweglichkeit der Nachbarzähne bei Lückenproblematiken zeigen Implantate neben der Rehabilitation von Funktion und Ästhetik auch eine Aufrechterhaltung von Alveolarknochen und Weichgewebkonturen im Implantationsgebiet [25,39,49,51,65,75,94].

1.1 Problemstellung

Der Verlust der eigenen Zähne und die damit verbundenen Alveolarkammresorptionen führen zu Knochenveränderungen im jeweiligen Kiefer [6,29,49]. Diese anatomischen Veränderungen im Gesicht werden vom Weichgewebe begleitet [19,67,80] und zeigen sich letztlich in der Inkongruenz zwischen Prothese und Prothesenlager. Gründe für den schlechten Prothesenhalt liegen in der ausgeprägten Kieferkammatrophy, der verschobenen intermaxillären Kieferrelation, der fehlenden Prothesenadaptation und Kooperation der Patienten [32,67,93,94]. Die altersbedingten Veränderungen schränken schließlich die Lebensqualität ein [39,49,51,65,75,94] und begründen den Wunsch nach einem implantatgetragenen Zahnersatz. Die Rehabilitation solcher Patienten mit

starker Atrophie des Kieferkamms erfolgt zumeist über ein Blockaugmentat aus dem Becken [38], um anschließend eine Primärimplantation oder Sekundärimplantation vornehmen zu können [39]. Augmentative Verfahren wie das Beckenknochentransplantat sind anerkannte Techniken zur Verbesserung des dreidimensionalen Knochenlagers und der intermaxillären Kieferrelation [1,39,49,51,64,66,75,83,94]. Das erhöhte Knochenangebot ermöglicht eine tiefere Inserierung der Implantate [42,75], durch die die spätere prothetische Belastung besser aufgefangen werden kann [42,64]. Der Ausgleich der Knochenatrophie dient somit der Wiederherstellung von Funktion, Ästhetik und Phonetik und hebt somit die Lebensqualität [39,49,51,65,75,94].

Eine Augmentation in Verbindung mit einer Primärimplantation oder einer zeitlich versetzten Sekundärimplantation ist maßgeblich abhängig von dem ortständigen Knochen [39] und der für den Implantationserfolg notwendigen Primärstabilität [18,27,51]. Blockaugmentate bei sekundärer Implantation sollten immer überdimensioniert transplantiert werden, da sie während der Einheilphase eine Resorptionsrate von ca. 10 bis 40% aufweisen [39]. Augmentationen ohne anschließende Implantatinsertion zeigen eine Resorptionsrate von 50 bis 100% in den ersten postoperativen Jahren [51,53,64]. Die periimplantären Resorptionen nach Augmentation lassen sich nur durch eine kaufunktionelle Belastung der Implantate limitieren [39,49,51,64]. Dennoch zeigen die radiologischen Nachuntersuchungen bei augmentierten Patienten im ersten Jahr einen stärkeren marginalen Knochenabbau gegenüber denen mit Implantation in den ortständigen Knochen [27].

1.2 Medizinische Bedeutung

Das Ausmaß der marginalen Resorptionen am periimplantären Knochen wird in der Literatur mit unterschiedlichen Zahlen beziffert [9]. Übereinstimmend zeigt sich jedoch im ersten postoperativen Jahr der stärkste und in den nachfolgenden Jahren ein verminderter Knochenverlust, der sich schließlich einem konstantem Knochniveau annähert [9,27]. NEUKAM beschreibt in einer Stellungnahme der DGZMK (Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde) einen marginalen Knochenabbau der Stärke 1,1mm im ersten

Jahr bei Implantaten in Verbindung mit Osteoplastiken gegenüber 0,4–0,5mm bei Implantation in den ortständigen Knochen [27]. Zu klären war der Sachverhalt, inwieweit der marginale Knochenabbau von einer Blockaugmentation mit simultaner oder sekundärer Implantation beeinflusst wird und welche Operationsmethode sich zur Therapie von atrophierten Kieferkämme am besten eignet. Der Erhalt des Knochentransplantats in seinem Ausmaß und der darin inserierten Implantate sind die Ziele von Patient und Operateur und werden infolgedessen wissenschaftlich untersucht.

1.3 Ziele der Arbeit

Diese Studie wurde initiiert, um die an der Klinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster operierten Beckenkammaugmentationen in Kombination mit simultaner oder sekundärer Implantation zu evaluieren. Dabei soll eine Antwort auf die Frage gegeben werden, inwiefern Resorptionserscheinungen am periimplantären Knochen auftreten und diese auf den unterschiedlichen Operationsmethoden basieren. Des Weiteren soll eruiert werden, von welchen Störgrößen die Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate abhängt und wie groß deren Einfluss im Einzelnen ist.

Bei der abschließenden Diskussion der ermittelten Ergebnisse wird eine kritische Betrachtung zu den Erfolgskriterien der DGZMK vorgenommen.

1.4 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau dieser Arbeit gliedert sich in zwei Teile. Im ersten Teil wird der marginale Knochenverlust von Blockaugmentaten nach simultaner und sekundärer Implantation anhand von Röntgenaufnahmen erfasst. Hierfür werden die Aufnahmen digitalisiert und mit Hilfe einer speziellen Messvorschrift untersucht und ausgewertet. In diesem Zusammenhang richtet sich der Fokus auf die signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Operationsmethoden.

Der zweite Teil erfasst die Überlebensrate von Implantaten bei den augmentierten Patienten in Abhängigkeit von verschiedenen Störgrößen mit der

Intention zu klären, welche die jeweiligen Einflüsse der Störgrößen sind und ob diese in einer signifikanten Korrelation zueinander stehen.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Anatomie und Physiologie der Kieferknochen

Beim Knochengewebe handelt es sich um eine Knochenmatrix, die zu 35% aus organischem Material und zu 65% aus anorganischen Salzen besteht. Die organische Matrix setzt sich aus Kollagenfasern (90-95% vom Kollagen Typ I), Knochenproteinen (Osteokalzin, Osteopontin, Osteonektin, Knochensialoprotein, Thrombospondin) und Proteoglykanen zusammen. Die feste, mineralische Phase beinhaltet Salze wie Kalziumphosphat in Form von Hydroxylapatit ($\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6[\text{OH}]_2$) oder eine Vielzahl von Ionen (Zitrationen, Carbonationen, Fluoridionen) [90]. Die Festigkeit des Knochengewebes entsteht durch die Anlagerung von Apatitkristallen an das Kollagen und durch die spezielle räumliche Anordnung von Hydroxylapatitkristallen und Kollagenfibrillen. Dieser Vorgang wird als Mineralisierung bezeichnet.

Aufgrund des Alters, der Lokalisation und Funktion kann man hier drei Arten von Knochengewebstypen klassifizieren: Geflechtknochen, Lamellenknochen, Bündel- und Faserknochen.

Der Geflechtknochentyp besitzt einen geringen Mineralgehalt und somit auch eine herabgesetzte mechanische Festigkeit. Aus Knochenstammzellen differenziert, entsteht Geflechtknochen bei der Entwicklung oder auch bei der sekundären Frakturheilung und dieser wird im weiteren Umbauvorgang durch reifen Lamellenknochen ersetzt.

Lamellenknochengewebe zeichnet sich durch den hohen Gehalt an Mineralien aus und besitzt im ausgereiften Zustand die höchste Belastbarkeit im menschlichen Skelett.

Bündel- und Faserknochengewebe ist eine Sonderform des Geflechtknochens, die ausschließlich im Bereich von Sehnen und Bändern zu finden ist. Diese spezielle Art des Knochens tritt im Bereich der Ansatzzonen des ligamentären Parodontiums auf [91].

Im Ober- und Unterkiefer bildet der kompakte Knochen (Substantia corticalis) die solide, feste Außenmasse und der spongiöse Knochen (Substantia spongiosa) die dreidimensionale Innenmasse, bestehend aus Knochenbälkchen

(Trabekel). Durch die besondere Trabekelanordnung im spongiosen Knochen wird eine hohe mechanische Belastbarkeit herbeigeführt, die zudem mit sparsamem Materialverbrauch und geringem Gewicht kombiniert ist. Die Substantia corticalis wird nach außen hin vom Periost umgeben, das durch Diffusion die äußeren Schichten des Knochens ernährt. Der Oberkiefer gehört mit seiner spongiösen Struktur der peripheren Blutversorgung an, während der Unterkiefer durch die zentrale Blutversorgung mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt wird. Die Arteria palatina major, Arteria alveolaris superior anterior/posterior und die Arteria nasopalatina sorgen für die nötige Blutversorgung im Oberkiefer. Im Unterkiefer führt die Arteria alveolaris inferior die Blutversorgung durch, nur der Kinnbogen erhält die Ernährung vorwiegend durch multiple Gefäße aus dem Mundboden [61].

Der Knochen unterliegt zeitlebens den Umbauvorgängen von Resorption und Apposition durch Osteoblasten und Osteoklasten. Die Veränderung der Knochenoberfläche (externes Remodelling) und die des Mineralhaushaltes (internes Remodelling) bilden die Grundlage von Adaptationsprozessen, die in Zusammenhang mit der funktionellen Beanspruchung stehen. Durch das Fehlen direkter mechanischer Belastung, bedingt durch Zahnextraktion, oder durch lokale Überbelastung, bedingt durch Prothesendruck, wird das statische Gleichgewicht von Resorption und Apposition gestört. Die gesteigerte Aktivität der Osteoklasten führt zu einer Knochenresorption in diesem Bereich. Die so genannte pathologische Atrophie nach Zahnextraktion zeichnet sich durch umfangreiche, irreversible Inaktivitätsatrophie am Alveolarkamm aus und ist nicht mit der senilen Osteoporose zu verwechseln. Die senile Osteoporose oder Altersinvolution betrifft im hohen Alter den ganzen Kauapparat und ist im Unterkiefer drei- bis viermal größer als im Oberkiefer [86,91].

2.2 Folgen der Knochenresorption

Die auf der Extraktion von Zähnen aus dem Alveolarknochen basierenden Knochenresorptionen sind von Person zu Person unterschiedlich [49]. Neben der individuellen Konstitution der Person spielen auch die verschiedenen Extraktionszeiten und die unterschiedlichen Kieferregionen, aus denen der

Zahn entfernt wurde, eine Rolle für das Ausmaß der Resorption [6,29]. Als Kofaktoren der Knochenresorption gelten bei den anatomischen Faktoren die Form der Kiefer und die Beschaffenheit des Knochens, bei den biologischen Faktoren das Alter, das Geschlecht und der Hormonhaushalt [49,67,88] und bei den mechanischen Faktoren die Höhe und die Richtung der Kaukräfte und die Art der Prothese [22,29,49,85]. Ausgehend vom Atrophiegrad des Knochens wurde 1988 von CAWOOD und HOWELL eine Klassifikation der knöchernen Defizite getroffen, die bis heute auf dem Gebiet der präprothetischen Chirurgie international Bestand hat [13,19] [ABBILDUNG 9].

Besonders nachteilig wirkt sich die Atrophie auf die Bereiche Funktion, Phonetik und Ästhetik aus [75]. Da mit zunehmendem Alter die physiologische Inaktivitätsatrophie kontinuierlich fortschreitet, kann dem Wunsch nach Wiederherstellung der Kaufunktion mit konventionellem Zahnersatz nur schwer entsprochen werden [51,67]. Dieser Abbau ist im Unterkiefer stärker als im Oberkiefer, da hier das Verhältnis von Alveolarfortsatzoberfläche zum Prothesenlager während des Kauvorgangs ungünstiger ist [86]. Der Mangel an Prothesenstabilität und –retention ist Grund für eine erhöhte Prothesenmobilität während des Kauens und Sprechens und kann zu neurologischen Ausfällen führen [49]. In Fällen stark fortgeschrittener Unterkieferatrophie erhöht sich zudem die Frakturgefahr bei erhöhter Kraffteinwirkung [46,75].

Zahnlose Patienten mit ausgeprägter Alveolarkammatrophie weisen neben der Atrophieproblematik auch eine Veränderung der dreidimensionalen intermaxillären Relation auf [93,94]. Veränderungen in der transversalen, vertikalen sowie sagittalen intermaxillären Relation basieren auf der zentripetalen Resorption des Oberkiefers und der zentrifugalen Umgestaltung des Unterkiefers [67,94]. Extremere wirkt sich die Beziehung von Oberkiefer zu Unterkiefer aus, wenn vorab im bezahnten Zustand eine Klasse III mit dentoalveolärer Kompensation vorlag [82,94].

Ästhetische Aspekte im Bezug auf den Knochenabbau ergeben sich durch die Resorption der knöchernen Stützfunktion [67]. Durch die Veränderungen der knöchernen Strukturen kommt es zur Atrophie im Bereich des vorgelagerten, perioralen Weichgewebes und zur Rückverlagerung des Modiolus [19,67,80].

Durch die Ausbildung einer positiven Lippenstufe, der Verkürzung des unteren Gesichtsdrittels und der verstärkten Nasolabialfalten gewinnen die Gesichtszüge der Patienten immer mehr an Vergreisung [67].

2.3 Autogenes Blockaugmentat

Das Autotransplantat ist, neben dem Isotransplantat, Allotransplantat, Xenotransplantat, Alloplastik, eines von fünf Transplantatarten, bei der der Spender und der Empfänger ein und dieselbe Person sind. Eine zellvermittelte Immunreaktion durch zellmembrangebundene, genetisch determinierte Histokompatibilitätsantigene des Transplantatempfängers („Transplantat gegen Empfänger“-Reaktion) ist somit nicht zu befürchten [39,48]. Ebenfalls wird das Risiko einer Krankheitsübertragung, Abstoßung oder Allergie, wie es bei Allotransplantaten oder Xenotransplantaten auftreten kann, vermieden [26]. Das Autotransplantat wird bei der simultanen Implantation durch einen Zweiteingriff im Bereich der Beckenschaufel entnommen und gleichzeitig mit den Implantaten transplantiert oder, wie bei der sekundären Implantation, zunächst transplantiert und später in einer weiteren Operation mit Implantaten versehen [39].

Die Integration des Autotransplantats basiert auf drei Grundprinzipien und erfordert eine Einheilungsphase von ca. sechs bis zwölf Monaten [39,49,67]. Nach der Transplantation des Blockaugmentats erfolgt mittels Osteogenese eine Knochenapposition durch überlebende Osteoblasten, die sich durch Diffusion aus dem Knochenlager ernähren. Die Osteokonduktion beschreibt den Vorgang der Knochenneubildung, bei der es zur Einsprossung von Gefäßen aus dem Knochenlager und zum Wachstum von Osteoblasten entlang der Leitstruktur der Knochenersatzmaterialien in den Defekt kommt. Hierbei entscheiden Faktoren wie Oberflächenstruktur, Biokompatibilität, Porosität und chemische Eigenschaften über das Maß an Osteokonduktivität. Bei der Osteoinduktion kommt es zur Knochenneubildung durch Differenzierung von osteogenen Vorläuferzellen, vermittelt über Zytokine. Hierzu gehören das Bone Morphogenetic Protein (BMP) und die Fibroblast Growth Factor (FGF), Transforming Growth Factor (TGF), Platelet-Derived Growth Factor (PDGF) und

Insulin-like Growth Factor (IGF) [26,67,91]. Das BMP induziert das Wachstum von Periozyten, und diese bilden den Knochenwachstumsfaktor Bone Derived Growth Factor (BDGF). Der BDGF wirkt schließlich auf die DNS und regt eine erneute Knochenbildung an.

Für die Umbauvorgänge im Autotransplantat ist eine adäquate mechanische Ruhe von zentraler Bedeutung, da es sonst zu bindegewebigen Einbauten im Knochenersatzmaterial kommt. Einflüsse wie die Intaktheit der Periostbedeckung, Qualität des Weichteillagers, Lebensalter, Nikotinverbrauch, Lokalisation des Defektes, Zungendruck und Kaubewegung können den knöchernen Umbau beeinflussen. Auch herausnehmbarer Zahnersatz sollte während der Einheilungsphase nicht getragen werden, um mögliche Veränderungen in der Lage oder dem Volumen zu vermeiden. Entsprechende Starrheit erlangt man bei der simultanen Implantation mit der Verankerung der Implantate im Transplantat und im ortständigen Knochen oder, bei der sekundären Implantation, mit einer oder mehreren 1,5mm Zugschrauben oder Stellschrauben [39,49,51,66].

2.3.1 Funktion des Blockaugmentats

Die Auflagerungsosteoplastik mit einem Blockaugmentat bewirkt eine Verbesserung in der Quantität und Qualität des Knochenlagers [23,39,64]. Eine Augmentation in Verbindung mit einer simultanen oder sekundären enossalen Implantation kann die Veränderung in der intermaxillären Relation positiv beeinflussen [75,83,94]. Das erhöhte Knochenangebot ermöglicht eine tiefere Inserierung der Implantate [42,75], durch die die spätere prothetische Belastung besser aufgefangen werden kann [42,64]. Die Rekonstruktion dient somit nicht nur der Harmonisierung des Gesichtsprofils, sondern auch der Wiederherstellung von Funktion, Ästhetik und Phonetik, das wiederum positiv auf die Lebensqualität einwirkt [39,49,51,65,75,94].

2.3.2 Indikationen und Techniken der Beckenkammaugmentation

Eine Augmentation mit autogenem Blocktransplantat kommt häufig im Rahmen von vollständig atrophierten Kiefern zum Einsatz [66]. Hierbei richtet sich die Wahl der Spenderregion nach der benötigten Quantität des Knochens und Morbiditätsrate bei Entnahme [67]. Die Optimierung der Knochenqualität und des Implantatsbetts stehen hierbei an vorderster Stelle [1,39,49,51,64,66,75]. HÄRLE (1982) beschrieb schon damals die chirurgische Verbesserung des Prothesenlagers mit einem freiem Beckenspantransplantat [38]. Eine Augmentation ohne anschließende Implantatinsertion führte zu einer Resorptionsrate von 50 bis 100% in den ersten postoperativen Jahren [51,53,64]. Gemäß HAESSLER ET AL. (1994) liegt während der Einheilungsphase bei sekundärer Implantation eine Resorptionsrate von ca. 10 bis 40% vor, die ihre Empfehlung einer Überdimensionierung des Transplantats begründet [39]. Studien bezüglich der Augmentation mit enossalen Implantaten zeigen, dass eine kaufunktionelle Belastung der Implantate die Resorptionsrate des Transplantats limitiert [39,49,51,64].

Eine weitere Indikation für die Blockaugmentation betrifft Patienten, bei denen trotz ausreichendem Knochenangebot eine verbesserte ästhetische Gesichtskontur erreicht werden kann [49].

In beiden Fällen wird eine harmonische intermaxilläre Kieferrelation durch den Ausgleich der vorhandenen Pseudoprogenie oder durch die Unterpolsterung der Unterlippe angestrebt [46,49,94].

Die Einbringung des autogenen Transplantats kann vorab oder während der Implantation erfolgen [39]. In Abhängigkeit der Augmentationsmethode werden die simultane und die sekundäre Implantation unterschieden [39,51,64,67]. Bei der simultanen Implantation werden die Implantate durch das Transplantat hindurch im ortständigen Restknochen fixiert [39,51,66,67]. Steht kein ausreichender Kieferknochen zur Verfügung, erfolgt eine Augmentation mit sekundärer Implantation [39,67]. Mit einer sicheren mukoperiostalen Lappendeckung kann bei dieser Methode die Fixierung des Transplantats erreicht werden [39], in einigen Fällen jedoch sollten Osteosyntheseschrauben oder Osteosyntheseplatten zum Einsatz kommen [39,51]. Die Vorteile der

simultanen Implantation gegenüber der sekundären liegen in einer Verkürzung der Behandlungsdauer, dem geringeren Arbeits- und Zeitaufwand sowie vor allem in der verminderten Belastung für den Patienten [67].

Für den Aufbau von atrophierten Kiefern mit autogenem Knochen stehen sowohl der anteriore, wie auch der posteriore Beckenkamm zur Verfügung [5,50,67]. Die Entnahme von monokortikalem oder bikortikalem Knochenspan aus dem anterioren mediosuperioren Beckenkamm erfolgt nach dem operativen Aufsuchen der Crista iliaca anterior [49,55]. Bei monokortikalen Transplantaten kann bei diesem Zugang die laterosuperiore Beckenkammkortikalis mit der inserierenden Muskulatur geschont werden [49]. Bei der posterioren Knochenentnahme erfolgt die Gewebsdurchtrennung lateral der Spina iliaca posterior im Bereich der Crista iliaca posterior [67]. Mit Hilfe von oszillierenden Sägen, rotierenden Fräsen und Meißeln wird das Transplantat aus der Beckenschaufel entnommen [49,67]. Weiter wird mit dem Einsatz von Hohlmeißeln oder Beckenstanzen zusätzlich Beckenspongiosa zum Ausgleich von Unebenheiten zwischen Kieferknochen und Transplantat gewonnen.

Die Wahl der Spenderregion richtet sich in jedem Fall nach der benötigten Knochenmenge, die im anterioren Bereich 30-50cm³ und im posterioren Bereich 60-80cm³ betragen kann [17].

Neben den möglicherweise postoperativ auftretenden Komplikationen wie Schmerzen, Hämatomen, Wundheilungsstörungen, Narbenbildungen und temporären Funktionseinschränkungen in 18-70% der Fälle bei einem anterioren Zugang [8] konnte WEINGART (1993) bei dieser Art der Transplantatentnahme Sensibilitätsstörungen von 3,8% im Bereich des Nervus cutaneus femoralis lateralis, Nervus iliohypogasticus und Nervus ilioinguinalis nachweisen.

2.4 Erfolgskriterien für Implantate

Der Erfolg einer Implantation kann objektiv durch mehrere klinische und röntgenologische Kriterien definiert werden [9,27]. Das Fehlen oder Ausbleiben dieser Kriterien bildet die Grundlage für den Implantaterfolg, während negative Veränderungen für einen Misserfolg sprechen [9,27]. ALBREKTSSON ET AL.

(1986) bezeichnen die Immobilität des Implantats als eine Grundvoraussetzung für den Implantationserfolg [4]. NEUKAM (2000) definiert in einer Stellungnahme der DGZMK die Erfolgskriterien einer erfolgreichen Implantation wie folgt: neben der Primärstabilität muss sich das inserierte Implantat klinisch fest [5], entzündungs- und schmerzfrei zeigen und darf keine periimplantäre Osteolyse aufweisen [27]. Der marginale Knochenabbau soll die Toleranzschwelle von 0,2mm im 2. postoperativen Jahr nicht überschreiten. Funktionslose Implantate sollten vermieden werden, da sie wertlos sind [27].

Zur Prognose der Erfolgswahrscheinlichkeit für die unterschiedlichen Implantatsysteme eignen sich wissenschaftlich dokumentierte Langzeitstudien von 8–10 Jahren. So liegt die Überlebensrate von interforaminalen Implantaten im zahnlosen Unterkiefer bei steggetragenen Suprakonstruktionen in implantatbezogenen Statistiken bei 88–97% und in patientenbezogenen Statistiken bei 97% [27]. Studien über Implantate mit festsitzendem, bedingt abnehmbarem Zahnersatz zeigen eine Funktionstüchtigkeit in implantatbezogenen Statistiken von 92–98% und in patientenbezogenen Statistiken 86% [27]. Implantatbezogene Statistiken im zahnlosen Oberkiefer wiesen über denselben Zeitraum eine 71–92% Erfolgsrate auf, wobei die Implantatlänge und die Knochenqualität entscheidenden Einfluss darauf haben [27]. Die Überlebensrate der Implantate für augmentierte Patienten liegt unterhalb der von ortständigen inserierten Implantaten. KOVÁCS (1998) und SCHLIEPHAKE ET AL. (1997) berichten von einer 75% bzw. 67,8% Erfolgsrate nach fünf Jahren [54,76].

Entscheidend für die Erfolgsrate von Implantaten ist auch die Osseointegration im Kieferknochen [31,44,78,89,91], die durch Infektionen, thermische und mechanische Irritationen und die Knochenqualität beeinflusst wird [27]. Studien über einen Zeitraum von 3–5 Jahren mit Blick auf die knöchernen Implantatintegration registrierten einen vertikalen Knochenabbau von 0,4–0,5mm im ersten postoperativen Jahr im zahnlosen bzw. teilbezahnten Kiefer und einen Abbau von 0,1–0,2mm im zweiten Jahr [5,9,27]. Patienten, die im Rahmen der Implantation eine Osteoplastik erhielten, wiesen bei der radiologischen Kontrolle einen marginalen Knochenabbau von 1,1mm und mehr

im ersten Jahr auf, der sich dann dem natürlichen Knochenniveau anpassen soll [5,27,54].

2.5 Knochenresorptionen durch Noxen

Der Verlust von Knochenvolumen aufgrund von schädlichen Einwirkungen ist in der Literatur mehrfach beschrieben [3,7,10,30,31,37,47,57,59,60,70,81]. 1986 beschreibt LEKHOLM ET AL. bereits die unterschiedliche Keimflora im Sulkus von parodontal gesunden teilbezahnten Patienten und zahnlosen Implantatträgern [57]. Seine mikrobiologische Studie zeigt eine Verminderung der Kokkenstämme zu Gunsten der Spirochäten und Stäbchen [57]. LINDQUIST ET AL. konnten 1988 eine Abhängigkeit des periimplantären Knochenverlustes bei Plaqueakkumulation nachweisen [60]. Weitere Studien in diesem Zusammenhang zeigten eine erhöhte Korrelation zwischen dem supragingivalen Plaque und einer Periimplantitis mit anschließendem Knochenabbau [31,60]. Häufig werden zusätzlich erhöhte parodontale Parameter wie Gingivitis, Zahnstein und Taschentiefen angetroffen, die maßgeblich durch die Lokalisation der Implantate und der Suprakonstruktion beeinflusst werden [31,37].

Unbestritten ist auch der negative Einfluss des Rauchens auf den menschlichen Organismus und das periimplantären Gewebe [7,37,47,81]. So fördert der Zigarettenrauch die Plaqueakkumulation, die Gingivitis und Parodontitis wie auch die Resorptionen am Alveolarkamm [37]. Besonders das Nikotin führt zu einer Vasokonstriktion mit Minderdurchblutung und reduziert die Proliferation von roten Blutkörperchen, Fibroblasten und Makrophagen [47], wodurch die Geweberegeneration und periimplantäre Ossifikation entscheidend beeinflusst wird [37].

Autoren wie LINQUIST ET AL. (1996) und FARTASH ET AL. (1996) untermauern mit ihren Untersuchungen die These einer Abhängigkeit des marginalen Knochenverlusts um das Implantat herum sowie eines Implantatmisserfolg bei Rauchern [30,59]. Ihre Studien deckten einen erhöhten Knochenabbau und einen höheren Implantatmisserfolg bei starken Rauchern (>14 und 30 bis 40 Zigaretten pro Tag) auf [30,59]. Bei KAN ET. AL. (1999) findet sich dieser Trend

nicht wieder, da sich die Implantatmisserfolge der Gruppe mit ≥ 15 Zigaretten pro Tag von der mit weniger als 15 Zigaretten pro Tag nicht unterschied [47]. Gesichert ist jedoch die Tatsache, dass Raucher eine signifikante geringere Überlebensrate von Implantaten besitzen im Vergleich zu Nichtrauchern [7].

2.6 Röntgenologische Dokumentation

Bei der röntgenologischen Kontrolle geht es, wie bei der Bestimmung des Attachmentlevels und der Messung der Sulkusfluidflußrate auf einem Indikatorpapierstreifen, um die Bewertung eines Parameters zur Erfassung des periimplantären Knochenniveaus mit hoher Sensitivität und Spezifität [9]. Dazu wird der Zustand der ossären Integration am Implantat des Patienten von einem dreidimensionalen Objekt mittels Röntgenstrahlen auf eine zweidimensionale Abbildung projiziert [9,34,36]. Durch die Überlagerungen von Knochenverschattung und Implantatverschattung auf der Orthopantomographie (OPG) oder dem Zahnfilm (ZF) sind Messungen zur Erfassung des horizontalen und vertikalen Knochenniveaus nur noch mesial und distal des Implantates möglich [9,34].

Durch ihre gute Reliabilität sind OPG und ZF nicht nur zur Diagnostik von pathologischen Prozessen und Implantatplanung geeignet, sondern auch zur Überprüfung von Implantatstellung, Integration und Dokumentation von Vorteil. Durch die Darstellung der gesamten Gebissituation von Kiefer, Kiefergelenken, Zähnen und Kieferhöhlen auf einem Bild ist es dem Behandler möglich, eine Planung zur Insertion von Implantaten zu erstellen. In der Regel sind Mandibula, mit dem Verlauf des Canalis mandibulae und dem Foramen mentale, und Maxilla, mit den knöchernen Begrenzungen des Sinus maxillaris und dem Cavum nasi, gut dargestellt, um Komplikationen bei der Insertion vorzubeugen [64]. Weitere Vorteile sind in der Nebenbefunddiagnostik und der geringen Strahlenbelastung [11,34,71] bei umfangreicher Implantatinsertion für den Patienten zu sehen, obwohl das OPG eine herabgesetzte Detailwiedergabe, unterschiedliche Vergrößerungen, Distorsionen und in einigen Abschnitten Überlagerungen von röntgenologisch dichten Strukturen aufweist [71]. Zahnfilmaufnahmen eignen sich aufgrund ihrer Größe nicht zur

präimplantologischen Gesamtkieferplanung und stellen eine 30mal höhere Strahlenbelastung für den Patienten dar. Ihre Zeichenschärfe und Reproduzierbarkeit ist jedoch höher anzusehen als die der OPG [21,56,95]. Diagnostische Wertigkeit zeigt der ZF nur im Bereich der Einzelzahnimplantation, bei der die Wurzelkonfiguration, die Konvergenz oder Divergenz der Nachbarzähne im apikalen Bereich oder die Lage des Nervus mentalis zum Implantat zu beurteilen sind.

Da der horizontale und vertikale Knochenverlust auf OPG und ZF ein wichtiger Prognoseparameter bei Implantatinsertion ist, sollte dieser durch regelmäßige Röntgenkontrollen und durch die jeweiligen Implantatmessvorschriften kontrolliert und gegebenenfalls therapiert werden [11,34,44,45]. So empfiehlt es sich, röntgenologische Aufnahmen postoperativ anzufertigen, um das Operationsergebnis in Bezug auf Insertionstiefe und Stellung der Implantate zu dokumentieren. Die postoperativen Aufnahmen werden den folgenden Aufnahmen zu Grunde gelegt und enthalten somit die Basiswerte, auf die die Röntgenauswertungen der Messvorschriften aufbauen. Die Grade an Osseointegration am jeweiligen Implantat werden durch erneute Aufnahmen, die am Tag der prothetischen Versorgung angefertigt werden, dokumentiert und können durch Abgleichung mit den Basiswerten abgelesen werden. Die Erstellung von weiteren Röntgenbildern empfiehlt sich in Einjahresabständen und nach einem komplikationslosen Verlauf von fünf Jahren in Abständen von zwei oder mehr Jahren [34,44].

3 Material, Messmethodik und Auswertungsmethoden

3.1 Patientengut der Studie

Die Untersuchungsgruppe dieser Studie setzte sich aus dem Patientenstamm der Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster zusammen. Analysiert wurden ausschließlich Personen, bei denen es im Rahmen der Implantation zu einer Blockaugmentation vom Beckenknochen gekommen war. Die Primärimplantation oder Sekundärimplantation erfolgte durch die Verwendung von Vollschrauben Implantaten der Firma Straumann®.

Notwendig für die statistische Datenerhebung waren die Vollständigkeit der Untersuchungsakten und eine lückenlose Reihenfolge von radiologischen Begleituntersuchungen.

3.2 Material

Für die statistische Auswertung wurden sowohl Patientendaten durch einen Erhebungsbogen evaluiert als auch Messwerte für diejenigen Patienten ermittelt, bei denen vollständige postoperative Röntgenbilder vorlagen. Die Akten der Klinik und zum Teil von Fremdbehandlern wurden analysiert.

Durch einen speziell erstellten Erhebungsbogen [ABBILDUNG 8] konnten alle relevanten Parameter für die 38 Patienten erfasst werden.

Der Untersuchungsbogen für die retrospektive Studie umfasste allgemeine Patientendaten, Daten zur Operation, Diagnose und Therapie, Daten der verwendeten Implantate, Art der Blockaugmentation, prothetische Versorgung und Habits.

Im Detail wurden die folgenden Daten und Angaben erhoben:

Die Patientennamen und das Geburtsdatum wurden als persönliche Patientendaten festgehalten, um später aus diesen Informationen das Operationsalter und das Geschlecht abzuleiten. Aufgrund des Datenschutzes wurden die Patientennamen mit dem BGA-Code verschlüsselt (Vorname: 3.

Buchstabe und Anzahl der Buchstaben; Name: 5. Buchstabe und Anzahl der Buchstaben; Egon Mustermann = O4 E10).

Weiter wurden operationsrelevante Daten wie Operateur, Operationsdatum, Operationsdauer (Schnitt-Nahtzeit), Stationsdauer und Verlauf notiert.

Anschließend wurden Diagnose und Therapie erfasst. Mit der Diagnose wurden die unterschiedlichen Ausmaße der Knochenatrophie der betroffenen Kieferabschnitte protokolliert und mit der Therapie die Zugehörigkeit zu den zwei unterschiedlichen Behandlungsmethoden gekennzeichnet.

Daten bezüglich der Wichtigkeit für das Implantat wurden durch die folgenden Charakteristika festgehalten: Bezeichnung des verwendeten Implantatsystems (Implantattyp), die Anzahl der pro Patient inserierten Implantate (Implantatanzahl) und die geometrischen Größen (Implantatlänge und -durchmesser).

In der vorliegenden retrospektiven Studie kam ausschließlich das Straumann® Dental Implant System mit dem darin enthaltenen Straumann® Standard Implantat bzw. das ITI® DENTAL IMPLANT SYSTEM mit dem Vollschrauben Implantat der Firma Straumann® zum Einsatz.

Das alloplastische Straumann® Standard Implantat ist ein rotationssymmetrisches Implantat auf metallischer, bioinert Basis und besteht aus 99,75% Reintitan [18,89,91].

Straumann® (Institut Straumann AG, Waldenburg, Schweiz) änderte 1994 die Produktbezeichnung für das System und die Implantate und wechselte 1999 von der Titanplasmabeschichtung (TPS®-Oberfläche) auf die Sandstrahlung und Ätzung (SLA®-Oberfläche) [ABBILDUNG 10] [18,83].

Verwendete Größen: Längen: 8,0 / 10,0 / 12,0 / 14,0 / 16,0 mm
 Durchmesser: 3,3 / 4,0;4,1 / 4,8 mm

Mit der Fragestellung nach der simultanen und sekundären Implantation erfolgte eine Klassifizierung von Primär- und Sekundärimplantation. Die

Zuordnung zur Primärimplantation bedurfte einer Blockaugmentation mit sofortiger Insertion der Implantate, während bei der Sekundärimplantation die Implantation in einer zweiten Operation nach einer Einheilungsphase des Augmentats erfolgte. Fehlende Angaben im Bereich der Transplantateinheilung bedeuteten, dass es hier zu einer Primärimplantation gekommen war, während Tagesangaben die Sekundärimplantation kennzeichneten.

Bei explantierten Implantaten wurde die Anzahl und Lokalisation festgehalten. Aus dem Implantationsdatum und dem Explantationsdatum ergab sich die Verweildauer der inserierten Implantate in Tagen.

Versorgt wurden die Patienten prothetisch in der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik oder durch den Hauszahnarzt. Von Interesse waren neben der Art der Ankopplung die prothetische Suprakonstruktion und der Eingliederungszeitpunkt für den Zahnersatz. Die Klassifizierung der Ankopplungsart erfolgte in die Gruppen Stegkonstruktionen, Kugelkopfanker, Magnet und andere Verbindungselemente und im Bereich der prothetischen Suprakonstruktion in die Gruppen totale Oberkieferprothese und/oder Unterkieferprothese, partielle Oberkieferprothese und/oder Unterkieferprothese und in andere Versorgungsarten. Das Datum für den Eingliederungszeitpunkt der prothetischen Arbeit beendete die belastungsfreie Einheilungsphase der Implantate (in Tagen).

Im letzten Abschnitt des Datenbogens wurden Fragen zu den Befunden und Verhaltensmustern der Patienten dokumentiert. Von Interesse war der orale und dentale Status zum Zeitpunkt der Operation wie auch die Verteilung von Parodontopathien unter den Patienten. Zusätzlich wurden die Qualität der Mundpflege und das Rauchverhalten – gemessen in Zigaretten pro Tag – erfasst, und der Hang zum Bruxismus notiert, um die verstärkende Wirkung auf Knochenveränderungen und Implantatverlust zu klären.

Unter dem Punkt Besonderheiten wurden Auffälligkeiten wie Entzündungszustände im Bereich des Implantats oder Transplantats protokolliert. Eine fehlende Osseointegration, bedingt durch eine erhöhte

Mobilität des Implantats, konnte mit Hilfe der Zahnlockerungsgrade – Grade 0–III – klassifiziert werden.

Freiliegende Knochenstellen und die schwere Beherrschbarkeit von Infektionen im Bereich des Blockaugmentats führten in einem Fall zum Totalverlust des Transplantats.

Für die radiologische Auswertung wurden die vorliegenden postoperativen Röntgenbilder (Zahnfilme und Panoramaschichtaufnahmen) gesammelt und digitalisiert. Die sich daraus ergebenden Parameter werden unter dem Punkt 3.3.1 Untersuchungsparameter genauer beschrieben.

3.3 Messmethodik

Da der Erfolg implantärer Insertionen mit Hilfe der ossären Integration und deren zeitlicher Veränderung an den Implantaten beschrieben werden kann [4,11,34,36,45,73], wurden die vorhandenen intraoralen Zahnfilme und Panoramaschichtaufnahmen digitalisiert und am Computer vermessen. Durch eine festgelegte Messvorschrift für das Implantat [9] konnte der periimplantäre Knochenabbau qualitativ und quantitativ reproduzierbar für jedes einzelne Implantat ermittelt werden [34]. Die Festlegung des Referenzpunktes ermöglichte im Nachhinein den Vergleich aller Messwerte untereinander und somit eine Prognose des weiteren Knochenverlaufs oder einen Rückschluss auf den Erfolg der jeweiligen Operationstechniken.

Unter Berücksichtigung der jeweiligen Implantatsysteme und deren unterschiedlichen Konstruktionen wurden spezifische Messvorschriften erarbeitet und veröffentlicht. Messvorschriften für die Implantatsysteme Bonelit[®], Brånemark[®], Frialit[®]-2, IMZ[®] und Tübinger[®] fanden sich in der Veröffentlichung der Arbeitsgruppe GÓMEZ-ROMÁN ET AL. (1995) [34]. Durch die Verwendung der Messvorschrift für das ITI[®]-Implantat [9] konnten vertikale und horizontale Knochenveränderungen ermittelt werden, wobei als Referenzpunkt der erste Gewindegang diente. Relevant war die Festlegung des Referenzpunktes nur für die Messungen in der Vertikalen. Gemessen wurde

jeweils mesial und distal des Gewindeganges, wobei Strecken in koronaler Richtung ein positives und Distanzen in apikaler Richtung ein negatives Vorzeichen erhielten [9,34,36].

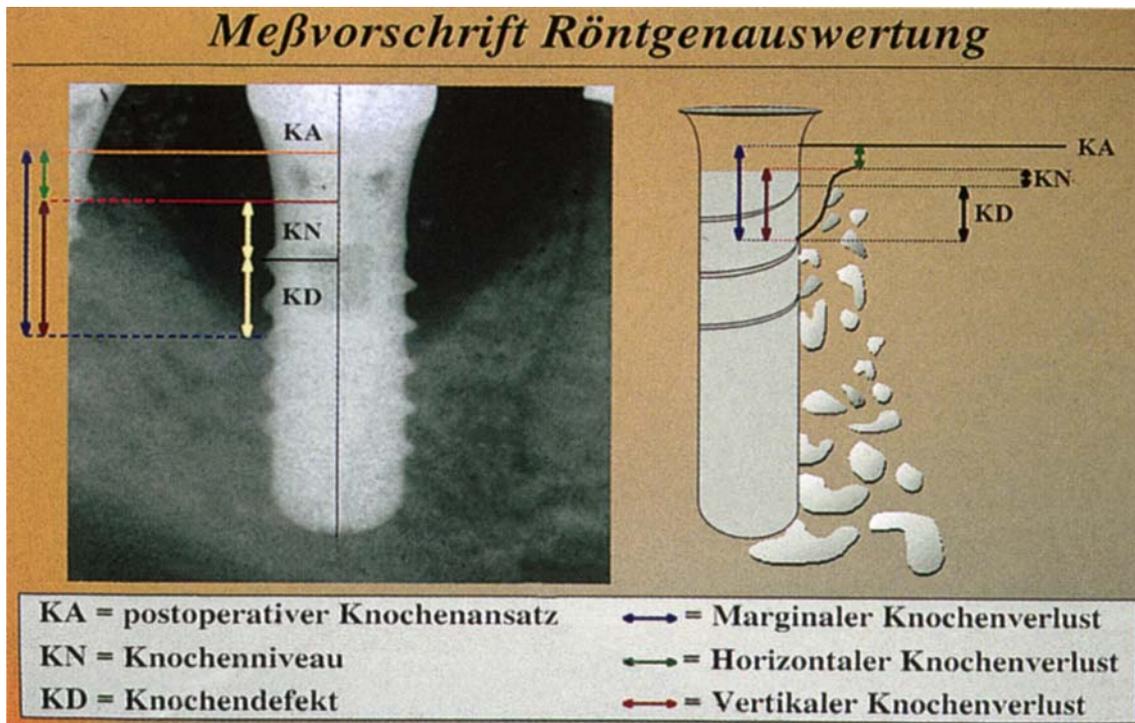


Abbildung 1: Messvorschrift für das Straumann® Dental Implant System [9]

Die zu bestimmenden Strecken waren im postoperativen Bild aus dem Knochenniveau, dem Knochenansatz und der Knochendefekttiefe zu berechnen. Aus den nachfolgenden Aufnahmen wurden die Verlaufswerte der jeweiligen Knochenveränderung ermittelt. Die Verlaufswerte setzten sich aus Knochenniveau und Knochendefekttiefe zusammen. Nach der Ermittlung der Distanzen und dem Abgleichen mit dem jeweiligen individuellen Vergrößerungsfaktors am Implantat konnten Messwerte wie der marginale Knochenverlust, horizontale Knochenverlust und der vertikale Knochenverlust errechnet werden.

$$\begin{aligned}
 (\text{Postoperatives Knochenniveau}) - (\text{Verlaufsknochenniveau}) &= \text{Horizontaler Knochenverlust} \\
 (\text{Postoperativer Knochendefekt}) - (\text{Verlaufsknochendefekt}) &= \text{Marginaler Knochenverlust} \\
 (\text{Marginaler Knochenverlust}) - (\text{Horizontaler Knochenverlust}) &= \text{Vertikaler Knochenverlust}
 \end{aligned}$$

Die ermittelten Werte wurden zu den Daten des postoperativen Röntgenbildes in Bezug gesetzt.

3.3.1 Untersuchungsparameter

Die Untersuchungsparameter für die radiologische Auswertung stützten sich auf den Patientendatenbogen und auf die Computerauswertung der Röntgenbilder. Mit dem Datenbogen wurden Informationen über das verwendete Implantatsystem, über die Anzahl der Implantate, deren Länge, Breite und Lokalisation gesammelt. Die Angaben ermöglichten einen Abgleich zwischen Patientenbogen und Röntgenbildern, da in einigen Fällen nur einzelne Zahnfilmaufnahmen vorlagen. Die Erfassung der implantatspezifischen Daten erlaubte eine Errechnung des Vergrößerungsfaktors für jedes radiologisch abgebildete Implantat. In diesem Zusammenhang stellte sich die Protokollierung des Implantats mit der dazugehörigen Schulterhöhe als sehr hilfreich heraus. Verwendet wurde ausschließlich das Straumann® Standard Implantat aus dem Straumann® Dental Implant System mit einer Schulterhöhe von 2,8mm. Die Höhe der Schulter musste zu der Implantatlänge addiert werden, da radiologisch der Übergang zwischen TPS®-Oberfläche/SLA®-Oberfläche und Implantatschulter nicht auszumachen war. Nach der Messung des postoperativen Knochenansatzes am Implantat konnten Veränderungen von Knochenniveau und Knochendefekt mesial und distal ermittelt werden. Über diese Parameter errechnete sich nach den oben genannten Formeln der horizontale, vertikale und marginale Knochenverlust. Der marginale Knochenverlust gab Aufschluss über das Gesamtmaß der Knochenveränderung, während die horizontalen und vertikalen Verluste die Veränderungen in der entsprechenden Ebene bezifferten.

Für die bessere Vergleichbarkeit der Messwerte untereinander wurden die Veränderungen am Implantatknochen zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten separat betrachtet. Mes0 und Dist0 beschrieben den Zustand der Osseointegration zum Zeitpunkt der prothetischen Versorgung, Mes1 und Dist1 den Zustand nach dem ersten postoperativen Jahr und Mes2 und Dist2 die Veränderungen am marginalen Knochen im zweiten postoperativen Jahr. Aus

der zeitlichen Reihenfolge der Messdaten ließen sich die marginalen Veränderungen am Implantatknochen verfolgen.

3.3.2 Beschreibung der Messmethodik

Für die Vermessung der Aufnahmen am Computer wurden die vorhandenen Röntgenbilder vorab mit einem TWAIN-Industrie Standart Scanner (Saphier Ultra der Firma Linotype-Hell AG) mit einer Auflösung von 300dpi digitalisiert und die zugehörigen Daten in digitale Patientenkartei eingetragen. Die Messungen an den Knochenstrukturen erfolgte am eigenen PC (Toshiba® Satellite 2410, 1,80GHz Mobil Intel® Pentium 4 Prozessor, 512 MB RAM, 30GB Festplattenspeicher, NVIDIA® GeForce 4 420Go Graphikkarte mit einer Auflösung von 1024x768 Pixel und 32 MB Graphikspeicher, 15,0-Zoll-XGA-TFT Bildschirm, Windows® XP) mit dem Programm Adobe Photoshop® CS V.8.0.1.

Nach dem Aufrufen der digitalen Patientenkartei durch das Programm wurden die jeweiligen Röntgenbilder in chronologischer Reihenfolge ausgewertet. Dabei wurde auf jedes Straumann® Implantat die schon beschriebene Messvorschrift für das Straumann® Dental Implant System angewendet.

Die Arbeitsfläche wurde für jedes Implantat im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn gedreht, bis die Implantatachse mit der vertikalen Hilfslinie übereinstimmte. Die beiden horizontalen Hilfslinien wurden dann am Implantatapex und am größten Durchmesser vom Neck platziert. Bei projektionsbedingten Unterschieden zwischen der mesialen und distalen Neckstruktur wurde die horizontale Hilfslinie mittig platziert. Mit dem Linealtool wurde die Anzahl der Pixel zwischen den beiden Ebenen bestimmt und mit der bekannten Implantatstrecke der Straumann® Standard Implantate in Bezug gesetzt. Aus diesem Verhältnis ergab sich die Pixelanzahl pro Millimeter, das für jedes Implantat auf jeder Aufnahme neu bestimmt werden musste.

Für die Messungen der Knochenverluste verschob man eine der vorhandenen horizontalen Ebenen auf den ersten Gewindegang des Implantats und markierte somit den Referenzpunkt. Von dieser Bezugsebene wurden alle Messungen zu den anderen Referenzstrukturen vorgenommen. Mit der anderen horizontalen Ebene markierte man das Knochenniveau des Transplantats am

Implantat der jeweiligen Messseite. Die mesialen und distalen Knochenniveaus wie auch die mesialen und distalen Tiefen der Knochendefekte variierten häufig voneinander; deshalb mussten diese Referenzstrukturen immer neu ermittelt und die Strecken wiederholt gemessen werden.

Nach den Messungen der Pixelanzahlen für die Knochenniveaus mit dem Linealtool und der Protokollierung der errechneten Millimeter für jedes Implantat wurde nun die Bezugsebene der Knochenniveaus auf die Strukturen der mesialen und distalen Tiefen der Knochendefekte eingestellt. Hier erfolgte die Messung der Strecken ebenfalls beidseitig, da auch zwischen den mesialen und distalen Knochendefekten Diskrepanzen in der Anzahl der Pixel auftraten.

Die Strukturen der Knochendefekte ergaben sich durch die Anlagerung des Knochens an das Implantat. Aus diesen Daten wurden die Werte für den marginalen, horizontalen und vertikalen Knochenverlust nach den oben genannten Formeln errechnet und ebenfalls protokolliert. Es empfahl sich, die Messungen implantatgesondert und in chronologischer zeitlicher Reihenfolge zu erheben, da so den schwer erkennbaren Veränderungen des Knochentransplantats besser gefolgt werden kann.

3.4 Auswertungsmethoden

Die im Datenbogen erfassten Einzeldaten und die ermittelten Werte des Knochenverlusts wurden mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS 11.0 Production Facility verarbeitet und dann mit speziellen Testverfahren nach Auffälligkeiten untersucht.

Aus den radiologischen Daten wurden zwei Gruppen gebildet, die sich aus den unterschiedlichen Operationstechniken ergaben. Auf beide Gruppen wurden die gleichen Testverfahren angewandt. Auf diese Weise wurde die statistische Relevanz der Daten ermittelt und eine Vergleichbarkeit der Operationstechniken hergestellt. Mit Hilfe der deskriptiven Statistik wurden die Werte der beiden Gruppen auf Kriterien wie Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum untersucht. Der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest sollte klären, ob den Werten eine Normalverteilung zu Grunde lag. Eine Normalverteilung der vorliegenden metrischen Daten bildete eine solide Basis für die folgenden

statistischen Testverfahren. Der T-Test für unabhängige Stichproben konnte zu den Mittelwerten die entsprechende Signifikanz aufzeigen. Anschließend erfolgte eine Diskriminanzanalyse zur Klärung der signifikanten Unterschiede der Operationstechniken untereinander. Untersucht wurde unter anderem auch die zuverlässige Zuordnung der Knochenabbauraten unabhängig von dem Wissen, um welche Operationstechnik es sich handelte. Die graphischen Darstellungen der mesialen und distalen Knochenabbauraten über die zeitlichen Intervalle konnten für jede Operationstechnik die marginalen, horizontalen und vertikalen Veränderungen mittels Kerndichteschätzungen skizzieren. Die multivariaten Kerndichteschätzungen zeigen den marginalen Knochenabbau der beiden Operationstechniken im direkten Vergleich.

In einem zweiten Schritt der statistischen Analyse wurden alle 38 Patienten mit den ihnen inserierten 176 Implantaten berücksichtigt. Für die Überprüfung der unmittelbaren Abhängigkeit der Implantatverlustrate von etwaigen Einflussgrößen wurden die folgenden Variablen wie Geschlecht, Alter, Implantatlokalisierung, Einheilungszeit der Implantate, Operationsmethode, Rauchen, Besonderheiten und Wechselverteilungen von Besonderheiten mit der Operationsmethode als Einzelgrößen mit in die Gleichung der Logistischen Regression aufgenommen. Dabei wurde ein Wert von $p < 0,05$ als signifikant für den jeweils betrachteten Zusammenhang angesehen.

4 Ergebnisse

Erfasst wurden 38 Patienten (N=38), von denen neun männlich (23,7%) und 29 (76,3%) weiblich waren. Zum Zeitpunkt der Implantation lag das Alter der Patienten zwischen 15 und 71 Jahren. Aufgrund von Zahnverlust/Nichtanlagen und Knochenabbau erhielten diese Patienten in dem Zeitraum vom 14.06.1994 bis zum 25.07.2002 eine Augmentation für die Insertion von insgesamt 176 Straumann® Standard Implantaten.

In 24 Fällen erfolgte die Inserierung der Straumann® Standard Implantate simultan zum chirurgischen Eingriff der Augmentation, während in zwölf Fällen eine sekundäre Implantation nach Transplantateinheilung stattfand. Zwei Patienten wurden simultan im Unterkiefer und sekundär im Oberkiefer operiert. Eine Röntgenauswertung bezüglich der Veränderungen der periimplantären Knochenverhältnisse ist nur bei elf Personen mit insgesamt 57 Implantaten (43 primäre und 14 sekundäre Insertionen) möglich. Die Diskrepanz zu den in der Studie erfassten 176 Implantaten ergibt sich durch Explantationen und den fehlenden Zugriff auf chronologisch vollständige Röntgenbilder.

4.1 Ergebnisse der radiologischen Auswertung

4.1.1 Deskriptive Statistiken

Bei der getrennten Auswertung nach deskriptiven Kriterien finden sich in Tabelle 1 die simultanen Insertionen mit der Anzahl N=43 und in der Tabelle 2 die sekundären Insertionen mit der Anzahl N=14.

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Mes0	43	1,0116	,72743	,10	2,80
Dist0	43	1,0047	,95068	-,50	4,00
Mes1	42	1,6619	,81299	,30	3,50
Dist1	42	1,5714	1,11842	,00	4,50
Mes2	42	2,1500	,98853	-,50	4,20
Dist2	42	2,1714	1,16499	,20	4,70

Tabelle 1: Deskriptive Statistik für die simultanen Insertionen

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Mes0	14	,8286	,77799	-1,10	2,10
Dist0	14	,7929	,99959	-,60	3,60
Mes1	14	,8429	,90615	-1,70	2,10
Dist1	14	,8571	,93949	,00	3,60
Mes2	14	1,1571	,80069	-1,10	2,10
Dist2	14	1,1286	,90845	,20	3,80

Tabelle 2: Deskriptive Statistik für die sekundären Insertionen

Bei der Auswertung für die Augmentation mit simultaner Insertion (N=43) zeigt sich ein Implantatabfall von 43 auf 42 für den Zeitpunkt nach der prothetischen Versorgung. Dieser Rückgang kann durch eine Explantation, die während dieser beiden Zeitpunkte geschah, erklärt werden.

Der Vergleich der Mittelwerte innerhalb der jeweiligen Operationstechnik zeigt einen geringe Mittelwertdifferenz bezüglich der mesialen und distalen Messungen innerhalb einer zeitlichen Erhebung. Eine maximale Differenz von 0,0905 zeigt sich bei der simultanen Insertion bei Mes1 und Dist1 und eine minimale Mittelwertdifferenz von 0,0069 bei der simultanen Insertion zum Zeitpunkt Mes0 und Dist0. Weiterhin ist eine aufsteigende Tendenz in beiden Tabellen innerhalb der zeitlichen Protokollierung der mesialen und distalen Mittelwerten zu verzeichnen. Bei der simultanen Insertionstechnik erhöht sich der marginale Knochenabbau von mesial 1,0116 auf 2,15 und der distale von 1,0047 auf 2,1714. Tendenziell in ähnlicher Weise erhöhen sich der mesiale Messwert der sekundären Insertionstechnik von 0,8286 auf 1,1571 und der distale von 0,7929 auf 1,1286.

4.1.2 Der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

Die unten aufgeführten KSZ-Werte [TABELLE 3, TABELLE 4] liegen unterhalb der Ablehnungsgrenze mit vorgegebenem Signifikanzniveau ($1-\alpha=95\%$), das Testergebnis spricht somit nicht gegen die Nullhypothese (empirische Verteilung entspricht einer Normalverteilung). Das Testergebnis ist mit der Annahme einer Normalverteilung verträglich.

		Mes0	Dist0	Mes1	Dist1	Mes2	Dist2
N		43	43	42	42	42	42
Parameter der Normalverteilung (a,b)	Mittelwert	1,0116	1,0047	1,6619	1,5714	2,1500	2,1714
	Standardabweichung	,72743	,95068	,81299	1,11842	,98853	1,16499
Extremste Differenzen							
	Absolut	,154	,158	,100	,137	,133	,071
	Positiv	,154	,158	,100	,137	,092	,071
	Negativ	-,105	-,122	-,087	-,080	-,133	-,054
Kolmogorov-Smirnov-Z		1,011	1,034	,650	,885	,863	,460
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,258	,235	,791	,414	,446	,984

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

Tabelle 3: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest für die simultanen Insertionen

		Mes0	Dist0	Mes1	Dist1	Mes2	Dist2
N		14	14	14	14	14	14
Parameter der Normalverteilung (a,b)	Mittelwert	,8286	,7929	,8429	,8571	1,1571	1,1286
	Standardabweichung	,77799	,99959	,90615	,93949	,80069	,90845
Extremste Differenzen							
	Absolut	,148	,180	,170	,209	,257	,171
	Positiv	,092	,180	,130	,209	,140	,171
	Negativ	-,148	-,142	-,170	-,181	-,257	-,153
Kolmogorov-Smirnov-Z		,554	,673	,635	,783	,963	,639
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,919	,756	,815	,572	,312	,809

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

Tabelle 4: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest für die sekundären Insertionen

Weiterführende Tests (z.B. der T-Test), die auf dieser Annahme beruhen, behalten daher ihre Gültigkeit.

4.1.3 T-Test auf Mittelwertgleichheit

Bei dem Vergleich der Mittelwerte durch den T-Test wurden die simultane Implantation mit 0 und die sekundäre Implantation mit 1 kodiert.

	seksim	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
MMes0	0	43	1,0116	,72743	,11093
	1	14	,8286	,77799	,20793
MDist0	0	43	1,0047	,95068	,14498
	1	14	,7929	,99959	,26715
MMes1	0	42	1,6619	,81299	,12545
	1	14	,8429	,90615	,24218
MDist1	0	42	1,5714	1,11842	,17258
	1	14	,8571	,93949	,25109
MMes2	0	42	2,6214	3,21866	,49665
	1	14	1,1571	,80069	,21399
MDist2	0	42	2,1714	1,16499	,17976
	1	14	1,1286	,90845	,24279

Tabelle 5: Gruppenstatistik für die simultanen und sekundären Insertionen

		Signifikanz	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz
MMes0	Varianzen sind gleich	,888	,425	,18306
	Varianzen sind ungleich		,446	,18306
MDist0	Varianzen sind gleich	,832	,478	,21179
	Varianzen sind ungleich		,493	,21179
MMes1	Varianzen sind gleich	,871	,002	,81905
	Varianzen sind ungleich		,007	,81905
MDist1	Varianzen sind gleich	,307	,036	,71429
	Varianzen sind ungleich		,027	,71429
MMes2	Varianzen sind gleich	,301	,100	1,46429
	Varianzen sind ungleich		,009	1,46429
MDist2	Varianzen sind gleich	,161	,004	1,04286
	Varianzen sind ungleich		,002	1,04286

Tabelle 6: Test bei unabhängigen Stichproben

Durch den direkten Vergleich der Mittelwerte beider Gruppen zeigen sich Auffälligkeiten bei der zweiseitigen Signifikanz. Das Maß der Signifikanz des T-Tests ist proportional zur Höhe der mittleren Differenzen der beiden

Operationstechniken, die sich aus der Subtraktion (simultan MMes0–sekundär MMes0) voneinander ergeben. Die mittleren Differenzen steigen von der prothetischen Versorgung bis zum zweiten postoperativen Jahr kontinuierlich an. Der T-Test zeigt eine höher werdende Signifikanz zwischen den beiden Operationsmethoden bei steigenden zeitlichen Abständen zur Operation. Ob für die steigende Signifikanz zwischen den marginalen Knochenabbauten wirklich die Operationstechnik verantwortlich ist, soll mit Hilfe der Diskriminanzanalyse geklärt werden.

4.1.4 Diskriminanzanalyse

In die Diskriminanzanalyse gehen alle vermessenen 57 (100%) Implantate ein. Hiervon wurden 56 (98,2%) Implantate als gültig gewertet und 1 (1,8%) Implantat als ungültig. Für die weitere Auswertung wurde die fehlenden Werte des ungültigen, extrahierten Implantats durch den Mittelwert der vorhandenen Werte ersetzt.

Ungewichtete Fälle		N	Prozent
Gültig		56	98,2
Ausgeschlossen	Gruppencodes fehlend oder außerhalb des Bereichs	0	,0
	Mindestens eine fehlende Diskriminanz-Variable	1	1,8
	Beide fehlenden oder außerhalb des Bereichs liegenden Gruppencodes und mindestens eine fehlende Diskriminanz-Variable	0	,0
	Gesamtzahl der ausgeschlossenen Implantate	1	1,8
Gesamtzahl der Fälle		57	100,0

Tabelle 7: Analyse der verarbeiteten Fälle

Die Diskriminanzanalyse ergab bei der Untersuchung der beiden Operationsmethoden eine Signifikanz von $p=0,004$. Dieses Ergebnis zeigt, dass

es sinnvoll ist, bei der Beurteilung der Knochenverluste zwischen diesen beiden Operationsmethoden zu unterscheiden.

Test der Funktion(en)	Wilks-Lambda	Chi-Quadrat	df	Signifikanz
1	,689	19,014	6	,004

Tabelle 8: Signifikanz der Diskriminanzanalyse

Mit Hilfe der Klassifizierungstabelle [TABELLE 9] wurden die Implantate über das Maß der Abbauvorgänge der jeweiligen Operationsmethode zugeordnet. Dabei ergibt sich für die simultane Implantation eine richtige Klassifizierung von 97,7% (42 Implantate) und eine falsche von 2,3% (1 Implantat). Bei der sekundären Implantation zeigte sich eine Zuordnung von 5 (35,7%) richtigen Implantaten und 9 (64,3%) falschen Implantaten.

Diese Ergebnisse zeigen eine korrekte Klassifizierung von 82,5% (42+5/57) der ursprünglich richtig gruppierten Fälle, welches weit über dem Zufallsmaß liegt.

		seksim	Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		Gesamt
			0	1	
Original	Anzahl	0	42	1	43
		1	9	5	14
	in Prozent	0	97,7	2,3	100,0
		1	64,3	35,7	100,0

82,5% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert.

Tabelle 9: Klassifizierungsergebnisse der Diskriminanzanalyse

4.1.5 Kerndichteschätzung

Mit Hilfe der Kerndichteschätzung wurden die ermittelten Knochenabbauraten graphisch skizziert. Dargestellt sind der marginale Knochenabbau, der horizontale Knochenverlust und der vertikale Knochenverlust. Aufgeschlüsselt nach den drei Resorptionsformen, den zwei Operationsmethoden und den jeweiligen mesialen und distalen Messpunkten, ergeben sich drei Abbildungen mit je vier Graphiken. Abbildung 2 stellt die marginalen Knochenabbauraten bei sekundärer und simultaner Implantation dar und Abbildung 3 den horizontalen

Knochenabbau der jeweiligen Operationsmethode. Der aus den beiden vorher genannten Knochenabbauformen errechnete vertikale Knochenabbau ist in der Abbildung [ABBILDUNG 4] erfasst. Die oberen Graphiken der jeweiligen Abbildung zeigen den mesialen Knochenabbau, während die unteren Graphiken den distalen Abbau zeigen. Linksseitig sind jeweils die Resorptionen der Sekundärimplantation und rechtsseitig die der Blocktransplantation mit simultaner Implantation skizziert. Die Abszisse gibt das Maß der Knochenresorption in Zweierschritten wieder, während die Ordinate die Häufigkeitsverteilung der Messwerte in Zehntelschritten zeigt. Die gelbe Kurve stellt die Knochenresorption zum Zeitpunkt der prothetischen Versorgung dar, die orangefarbene den Verlauf nach einem Jahr postoperativ und lilafarbene zeigt den Verlauf der Knochenabbauvorgänge nach zwei Jahren.

Der graphische Vergleich der beiden Operationsmethoden untereinander (vgl. auch Tabelle 5) zeigt dieselbe Knochenabbautendenz, jedoch mit konstant höheren Resorptionen der simultanen Blockaugmentation und Implantation. Zum Zeitpunkt der prothetischen Versorgung liegen die marginalen Abbauraten der beiden Operationsmethoden noch nahe beisammen. Die Sekundärimplantation weist Werte von mesial 0,8286 und distal 0,7929 gegenüber den Werten von mesial 1,0116 und distal 1,0047 bei der Primärimplantation auf. Im ersten postoperativen Jahr zeigen sich jedoch bei der simultanen Implantation verstärkte marginale Resorptionen, sowohl mesial (1,6619) wie auch distal (1,5714). Im Gegensatz dazu stellen sich die ermittelten Werte (mesial 0,8429, distal 0,8571) der sekundären Implantation nahe zu konstant dar. Lediglich im zweiten postoperativen Jahr kommt es bei der Sekundärimplantation zu einem deutlichen Anstieg von 0,3142 auf mesial 1,1571 und von 0,2715 auf distal 1,1286. Dieser Trend zeigt sich in der leichten Rechtsverschiebung der lilafarbenen Kurve bei der sekundären Implantation. Während die Verlaufskurven der Primärimplantation einen immer stärkeren Knochenabbau zeigen, kommt es im Bereich der Häufigkeitsverteilung zu einer immer größeren Streuung der Werte. Diese Streuung zeigt sich in der Verbreiterung und Abflachung der Verlaufskurven, was bedeutet, dass sich der

marginale Knochenabbau bei diesen Patienten unterschiedlich stark vollzieht. Konträr dazu zeigen die Patienten der Sekundärimplantation eine konstante Verlaufsform bei der Häufigkeitsverteilung.

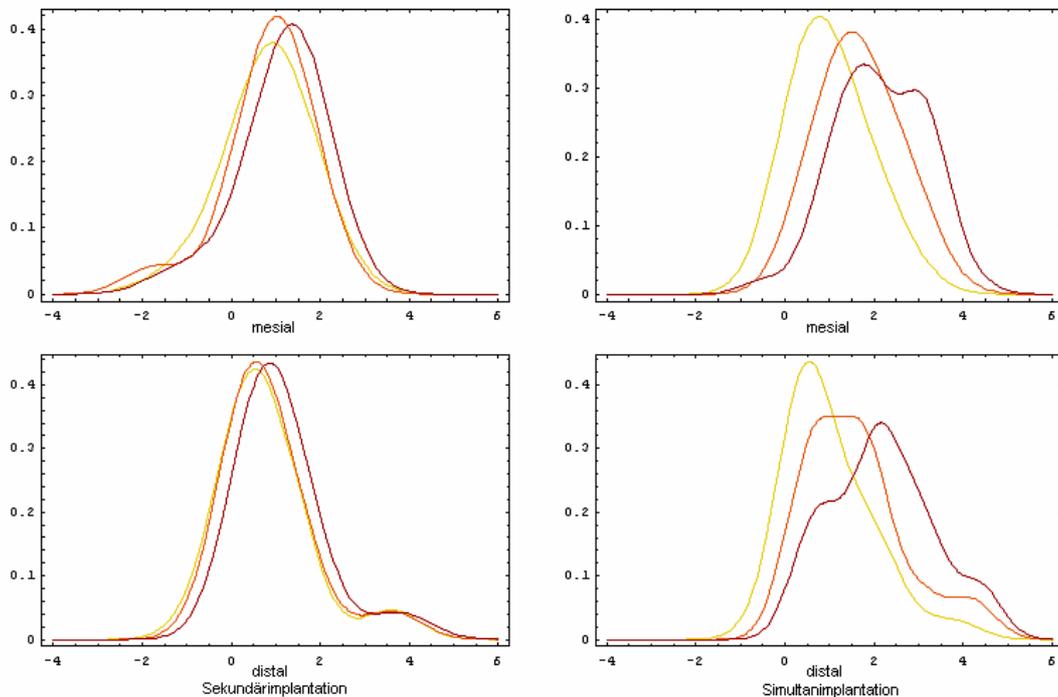


Abbildung 2: Kerndichteschätzung des marginalen Knochenabbaus bei sekundären und simultanen Implantationen

Da der marginale Knochenabbau den horizontalen und vertikalen Knochenverlust beinhaltet, erfolgt eine Aufteilung in die beiden genannten Unterpunkte. Von Interesse ist, ob sich die Resorptionen gleichmäßig auf den horizontalen und vertikalen Knochenabbau verteilen oder einer dieser Formen vorherrscht.

Hierbei zeigt sich, dass die Resorptionen sich ausschließlich auf den horizontalen Knochenabbau beschränken, da die Verlaufskurven aus Abbildung 3 im Großen und Ganzen denen aus Abbildung 2 entsprechen. Es zeigen sich dieselben Rechtsverschiebungen der Kurven in den Graphiken und eine annähernd gleiche Häufigkeitsverteilung der ermittelten Werte. Die vertikalen Kurvenverläufe [ABBILDUNG 4] weisen keinerlei Resorptionen innerhalb der zeitlichen Beobachtungsintervalle auf und beinhalten im zweiten postoperativen Jahr kaum noch extreme Ausreißer um den Mittelwert herum. Es bilden sich gleichmäßige Gaußglocken mit einer Verteilungshäufigkeit um Null herum aus.

Die periimplantären Resorptionen dieser Studie sind ausschließlich auf den horizontalen Knochenabbau zurückzuführen, ungeachtet der Operationsmethode.

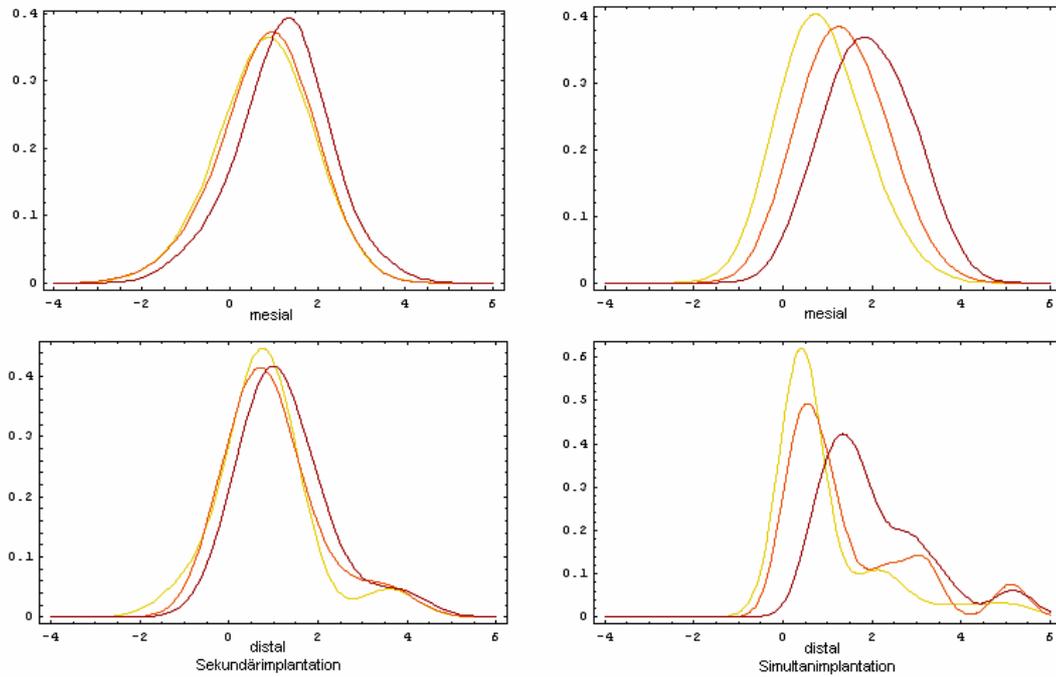


Abbildung 3: Kerndichteschätzung des horizontalen Knochenabbaus bei sekundären und simultanen Implantationen

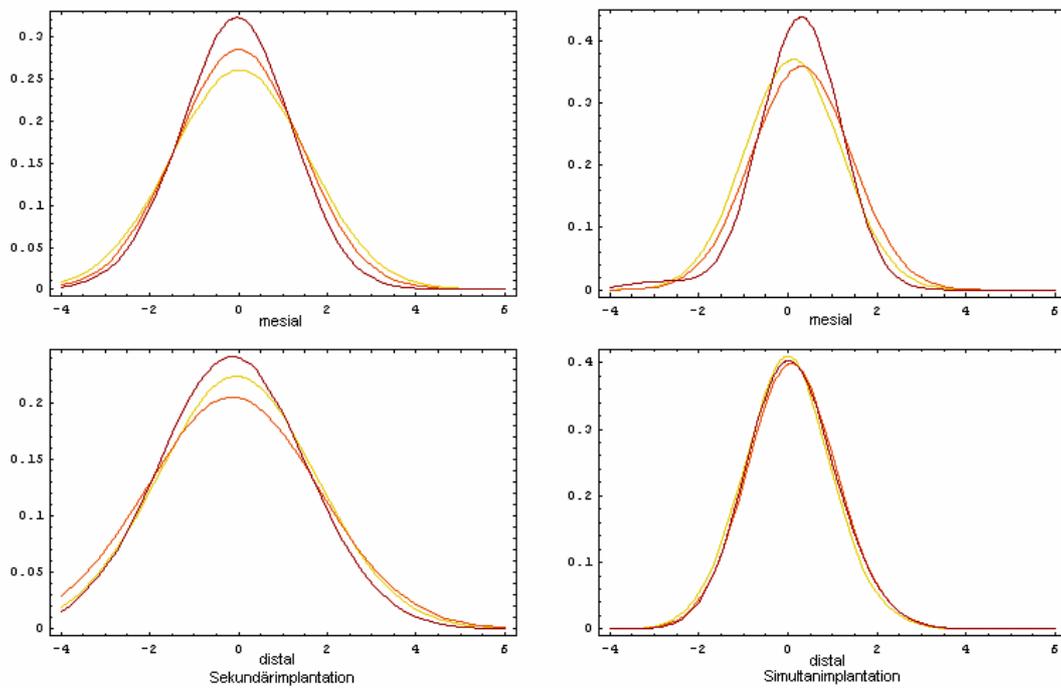


Abbildung 4: Kerndichteschätzung des vertikalen Knochenabbaus bei sekundären und simultanen Implantationen

4.1.6 Multivariate Kerndichteschätzung

Die multivariate Kerndichteschätzung ist ein Verfahren zur dreidimensionalen Darstellung der Verteilung der ermittelten Messwerte in einer Graphik. Um die mesialen und distalen Werte der beiden Operationsmethoden mit einbeziehen zu können, wurde eine Skalierung von -1 bis 4 in 0,2er Schritten gewählt. Die Abbildungen 5 bis 7 zeigen graphisch den marginalen Knochenabbau zum Zeitpunkt der prothetischen Versorgung, nach dem ersten postoperativen und nach dem zweiten postoperativen Jahr. Für die bestmögliche Darstellung der Dichtefunktionen erfolgte die Bestimmung der Bandbreite mit der so genannten „Glättung nach Augenmaß“ (smoothing by eye). Eine Bandbreite von 0,5 ergab hier die optimale Güte der multivariaten Kerndichteschätzung. Mit der Glättung nach Augenmaß lassen sich gute Ergebnisse erzielen, die jedoch einer gewissen Willkür unterliegen.

In Abbildung 5 liegen die Messwerte der beiden Operationsmethoden noch eng beieinander, und es bildet sich näherungsweise eine dreidimensionale Gaußglocke. Dabei wird die Form entscheidend durch das Minimum und Maximum und die Verteilungshäufigkeit der jeweiligen mesialen und distalen Daten bestimmt.

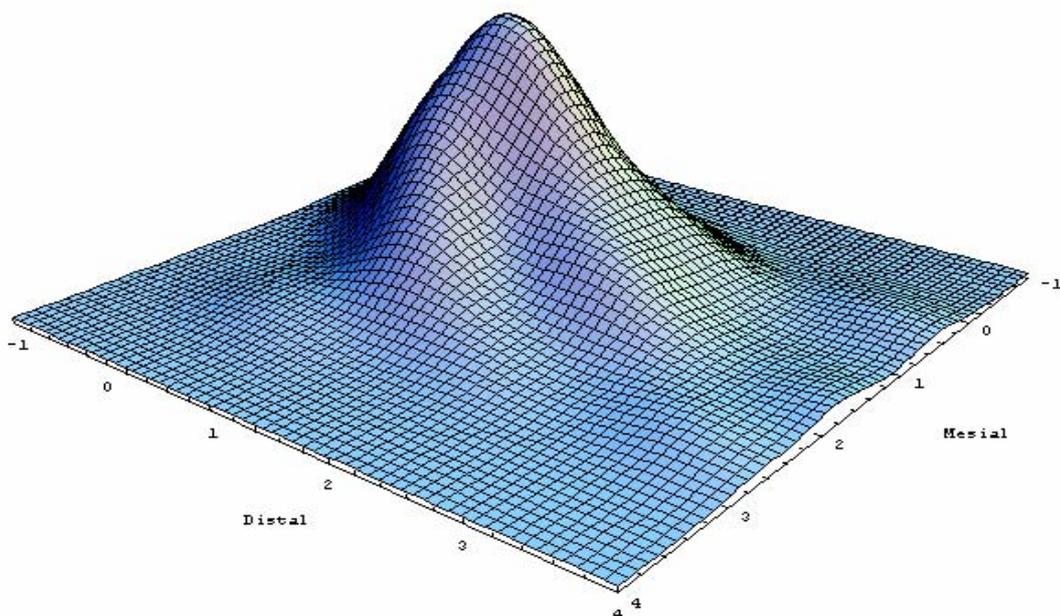


Abbildung 5: Multivariate Kerndichteschätzung des marginalen Knochenabbaus zum Zeitpunkt der prothetischen Versorgung

Abbildung 6 zeigt wie Abbildung 5 eine dreidimensionale Verteilung, die sich durch das veränderte Minimum und Maximum der beiden Operationsarten gewandelt hat. So zeichnen sich eine immer breitere Basis und ein flacherer Berggipfel ab. Der flache Berggipfel ist auf die immer größer werdende Streuung der Werte zurückzuführen, während die Breite der Basis durch die steigenden Werte von Minimum und Maximum bestimmt wird.

Ausgehend von den ermittelten Daten kann das Abflachen und das Verbreitern der dreidimensionalen Dichtefunktion entweder als Funktion mit größerer Streuung oder als Indiz für die Ausbildung zweier unterschiedlicher Operationsmethoden gewertet werden, die sich durch unterschiedlich starke Resorptionen beim marginalen Knochenabbau unterscheiden.

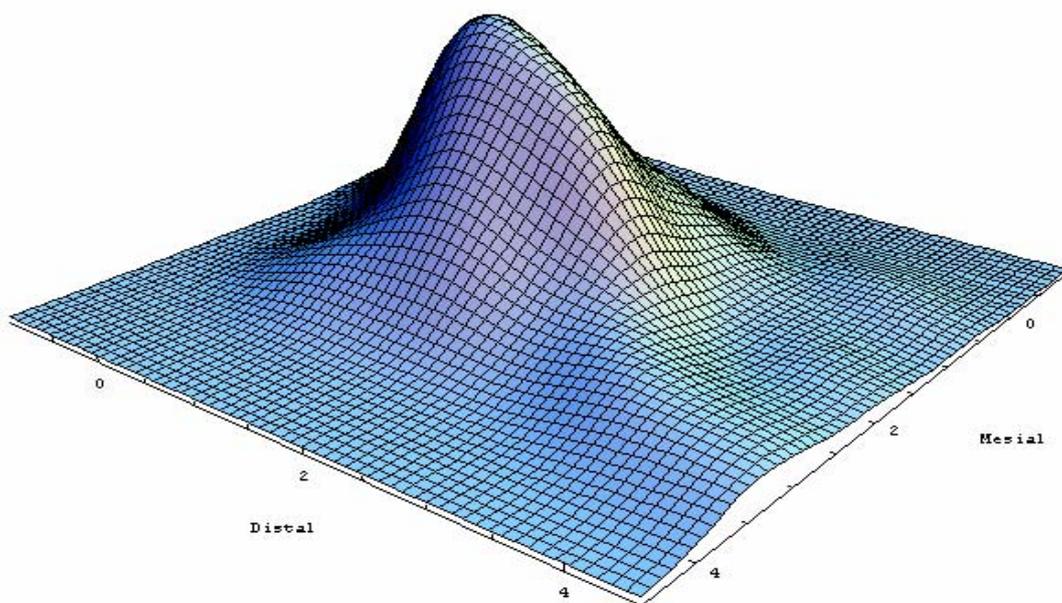


Abbildung 6: Multivariate Kerndichteschätzung des marginalen Knochenabbaus nach dem ersten postoperativen Jahr

Die Behauptung der Existenz zweier sich unterscheidender Operationsmethoden wird durch die folgende Abbildung 7 untermauert. Bei der graphischen Darstellung der mesialen und distalen marginalen Knochenabbauraten nach dem zweiten postoperativen Jahr zeigen sich zwei Gipfel. Die größer werdende Spanne zwischen Minimum und Maximum wie auch die signifikanten Verteilungen der Knochenabbauraten führen zur Ausbildung der zwei Maxima.

Im hinteren Teil der Graphik stellt sich die Blockaugmentation mit sekundärer Implantation dar, während sich die Blockaugmentation mit primärer Implantation im vorderen Teil abzeichnet. Das geringe Tal zwischen den beiden Gipfeln basiert auf der Überschneidung der beiden Operationsdaten, die an dieser Stelle als Summe ihrer Häufigkeit erscheinen.

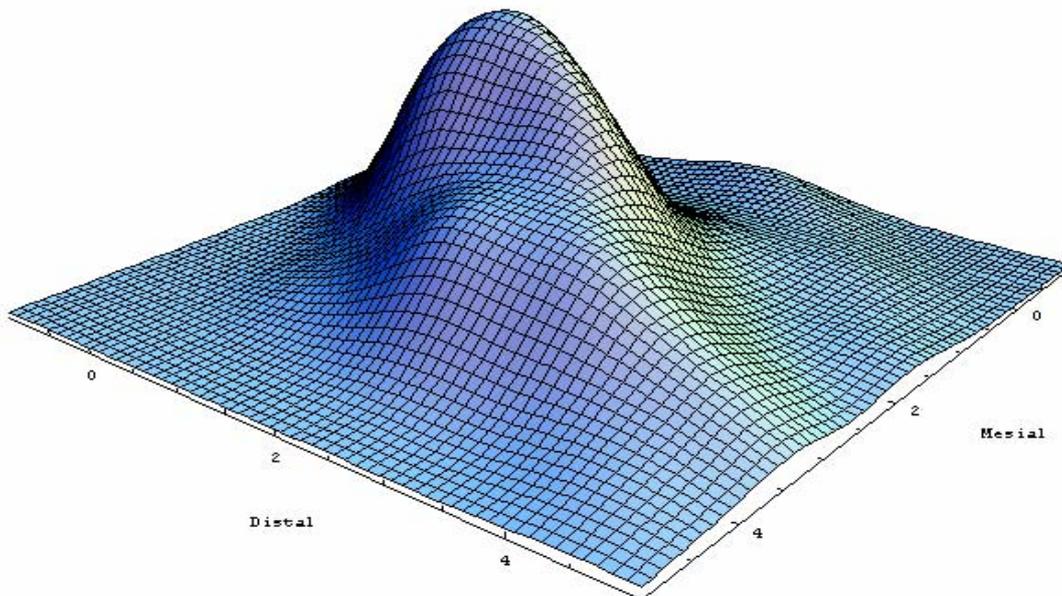


Abbildung 7: Multivariate Kerndichteschätzung des marginalen Knochenabbaus nach dem zweiten postoperativen Jahr

4.2 Ergebnisse der protokollierten Datenanalyse

Bei der Suche nach Faktoren, von denen die Überlebensraten der inserierten Implantate abhängen, sind im zweiten Teil der Auswertung (Logistische Regression) alle 38 Patienten mit ihren 176 Implantaten berücksichtigt.

4.2.1 Logistische Regression

In die Analyse der Logistischen Regression flossen 176 Implantate (N=176) ein. Von den 176 (100%) evaluierten Implantaten wurden 168 (95,5%) Implantate von der Analyse erfasst und 8 (4,5%) als ungültig eingestuft. Gründe hierfür sind die fehlenden Messwerte der 8 Implantate in der Erhebungstabelle.

Ungewichtete Fälle ^{a)}		N	Prozent
Ausgewählte Fälle	Einbezogen in Analyse	168	95,5
	Fehlende Fälle	8	4,5
	Gesamt	176	100,0
Nicht ausgewählte Fälle		0	,0
Gesamt		176	100,0

a. Wenn die Gewichtung wirksam ist, findet man die Gesamtzahl der Fälle in der Klassifizierungstabelle 12.

Tabelle 10: Analyse der verarbeiteten Fälle

Für die weitere Auswertung wurden alle Parameter binär kodiert. Die abhängige Variable der Implantatverlustrate wurde hierzu mit 0 für die Implantatstabilität und mit 1 für den Implantatverlust kodiert. Weitere Parameter in der Gleichung der Logistischen Regression sind das Geschlecht, Alter, Implantatlokalisierung, Einheilungszeit der Implantate, Operationsmethode, Rauchen, sowie die separierten und aggregierten Besonderheiten in Abhängigkeit der Operationsmethode. Alle Variablen zeigen in der Gleichung eine hohe Signifikanz im Bereich von 0,001 beim Geschlecht bis 0,075 bei den Besonderheiten, lediglich die Besonderheiten in Abhängigkeit der Operationsmethode zeigen eine Signifikanz von 0,288 und die Operationsmethode eine Signifikanz von 0,667. Beide Werte liegen weit über dem angenommenen Signifikanzniveau von $p < 0,05$.

	Regressionskoeffizient	Standardfehler	Signifikanz	Exp(B)
Schritt 1 ^{a)} Geschl(1)	-8,556	2,474	,001	,000
Alter	,266	,088	,003	1,304
Imp_Lok	4,095	1,817	,024	60,061
Einheilung	-,011	,005	,028	,989
SimSek	,482	1,118	,667	1,619
Raucher	4,814	1,908	,012	123,187
Besonder	5,934	3,336	,075	377,673
Besonder bei SimSek	-2,312	2,176	,288	,099
Konstante	-12,952	5,131	,012	,000

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: Geschl, Alter, Imp_Lok, Einheilung, SimSek, Raucher, Besonder, Besonder bei SimSek.

Tabelle 11: Signifikanz der Variablen in der Gleichung

Eine Zuordnung in der Klassifizierungstabelle über die Implantatverlustrate konnte mit 96,4% erfolgen. Dabei wurden für die Implantatstabilität 151 Implantate richtig zugeordnet (98,7%) und 2 Implantate falsch. Bei dem Implantatverlust wurden 11 Implantate richtig klassifiziert und 4 Implantate falsch, das ergibt einen Prozentsatz von 73,3%. Aus dem Prozentsatz der beiden Zuordnungen resultiert dann ein Gesamtprozentsatz von 96,4%.

		Beobachtet		Vorhergesagt		
				Imp_Ver		Prozentsatz der Richtigen
		0	1			
Schritt 1	Imp_Ver	0	151	2	98,7	
		1	4	11	73,3	
Gesamtprozentsatz					96,4	

Der Trennwert lautet ,500

Tabelle 12: Klassifizierungsergebnisse der Logistischen Regression

Die unten aufgeführte Korrelationsmatrix offenbart einen hohen Einfluss der Wechselwirkung bestimmter Parameter auf die Implantationsverlustrate. Parameter wie Alter in Kombination mit dem Geschlecht, das Alter mit Rauchen oder Besonderheiten in Verbindung mit Besonderheiten in Abhängigkeit der Operationsmethode haben eine sehr starke Auswirkung auf die Verlustrate der Implantate.

	Con- stant	Geschl(1)	Alter	Imp_ Lok	Ein- heil- ung	Sim- Sek	Rau- cher	Beson- der	Besonder bei Sim- Sek
Constant	1,000	,725	-,860	-,764	,020	-,455	-,821	-,572	,498
Geschl(1)	,725	1,000	-,920	-,493	,187	-,070	-,795	-,605	,526
Alter	-,860	-,920	1,000	,562	-,176	,134	,884	,549	-,491
Imp_Lok	-,764	-,493	,562	1,000	-,085	,187	,552	,177	-,066
Einheilung	,020	,187	-,176	-,085	1,000	-,197	-,185	,092	-,113
SimSek	-,455	-,070	,134	,187	-,197	1,000	,178	,433	-,447
Raucher	-,821	-,795	,884	,552	-,185	,178	1,000	,484	-,471
Besonder	-,572	-,605	,549	,177	,092	,433	,484	1,000	-,954
Besonder bei SimSek	,498	,526	-,491	-,066	-,113	-,447	-,471	-,954	1,000

Tabelle 13: Korrelationsmatrix der Logistischen Regression

5 Diskussion

Die Rehabilitation und soziale Integration zahnloser Patienten mit einer implantologischen Versorgung ist eine anerkannte Therapieform in der Zahnmedizin [1,25,63,64,73,74]. Besondere Aufmerksamkeit erhalten hierbei Patienten mit extremer Alveolarkammatrophie aufgrund ihres reduzierten dreidimensionalen Knochenlagers. Augmentative Verfahren zur Verbesserung der knöchernen Ausgangssituation [1,39,49,51,64,66,75,83,94] gehören zu den routinemäßigen Standardverfahren in der Zahnmedizin und in der MKG-Chirurgie. Etabliert haben sich für den atrophierten Oberkiefer Augmentationsformen wie die intramaxilläre Positionierung von Knochen in Kombination mit einer Le Fort I Osteotomie [20,40,67], der Sinuslift [16,52,67], die Nasenbodenaugmentation [41,67] und die lokale Knochenanlagerung am Implantat [67]. Besonders die Auflagerungstechnik von Knochen, wie sie in dieser retrospektiven Studie Verwendung fand, bietet sich in Fällen extremer, vertikaler Kieferresorptionen im anterioren Bereich an [5,46].

Das Augmentat für die Behandlung der alveolaren Kieferatrophien wurde bei allen 38 Patienten aus dem körpereigenen Becken entnommen. Autologer Knochen ist bis heute „Goldstandard“ in der Implantologie und wird von vielen Autoren als die am häufigsten verwendete Transplantationsform beschrieben [2,16,20,46,54]. Zellvermittelte Immunreaktionen durch zellmembrangebundene, genetisch determinierte Histokompatibilitätsantigene des Transplantatempfängers sind in diesem Fall nicht zu befürchten [39,48], da der Spender und der Empfänger ein und dieselbe Person sind. Ebenso schließt man das Risiko einer Krankheitsübertragung, Abstoßung oder Allergie, wie sie bei Allotransplantaten oder Xenotransplantaten auftreten können, aus [26,54]. Uneinigkeit herrscht in der Literatur über die Art des eingebrachten avaskulären Transplantats. JOOS ET AL. (2000) und andere Autoren befürworten ein nicht mikrovaskularisiertes Beckenspantransplantat [20,46], während Autoren wie KOVÁCS (1998) und RIEDIGER ET AL. (1991) klare Vorteile in der Verwendung

eines gefäßgestielten Beckenkammtransplantats sehen [54,75]. Das gefäßgestielte Transplantat besticht gegenüber dem freien Beckentransplantat in der Volumenstabilität, dem höheren Implantationserfolg und der Ästhetik [54]. Dennoch wird das vaskuläre Transplantat aufgrund der hohen chirurgischen Belastung für den Patienten, den postoperativen Komplikationen am Becken und den operativen Aufwand lediglich bei Patienten mit ausgedehnten Hart- und Weichgewebsdefekten implantiert [14,64].

Bei den 176 eingebrachten enossalen Implantaten handelt es sich ausschließlich um das alloplastische Straumann® Standard Implantat in Form von rotationssymmetrischen, nicht selbstschneidenden zylindrischen Vollschrauben. Schraubenimplantate bieten sich besonders bei zu augmentierenden Patienten an, da bei der simultanen Operationsmethode das Transplantat über die Implantate im ortständigen Knochen fixiert werden kann [39,49,51,66,67]. Aufgrund des Schraubendesigns ist die Primärstabilität bei der Perforation der knöchernen Begrenzung nicht gefährdet [49]. Tierexperimentelle Untersuchungen von WEINGART ET AL. (1995) zeigen eine gute mechanische Belastbarkeit der Implantate bei reduzierter Primärstabilität [92]. Ausschlaggebende Faktoren sind in diesem Zusammenhang das Schraubendesign, die Plasmabeschichtung und die vergrößerte Implantatoberfläche [92].

Dass Röntgenbilder nur begrenzt qualitative Aussagen über die zirkuläre Knochenstruktur zulassen, liegt in der Reduzierung von dreidimensionalen Objekten auf einen zweidimensionalen Film begründet [9,34,36]. Diese Tatsache wird jedoch im Allgemeinen toleriert [9,33,34], um eine Beurteilung des intraossären Defekts vornehmen zu können [36]. Aufnahmetypische Faktoren, wie die Zeichenschärfe des Films und die gerätespezifische Vergrößerung bei den Röntgenbildern [84], führten zu kontroversen Diskussionen bei der Beurteilung der unterschiedlichen Röntgenaufnahmen.

Einige Autoren empfehlen zur Beurteilung von Knochenresorptionen eher die standardisierten Zahnfilmaufnahmen [21,56,95], während andere Autoren die Panoramaschichtaufnahme höher bewerten [69,77], da diese Aufnahmetechnik zudem leichter zu handhaben ist und weniger Strahlung bedarf [11,34,71]. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Panoramaschichtaufnahmen und Zahnfilme gleichermaßen ausgewertet, da sich auch hier keine Unterschiede in der Auflösung der Aufnahmen zeigen [34,35,45,62].

Durch die projektionsbedingten Überlagerungen werden im dentalen Röntgenfilm Knochenveränderungen nur mesial und distal am Implantat gemessen [9,34], wobei man Messgenauigkeiten von $\pm 0,5\text{mm}$ akzeptiert [9,34,45]. Studien bezüglich der Genauigkeit von Defekttiefe bei bildgebenen Verfahren veranschaulichen, dass sich der tatsächliche Knochenabbau mit den röntgenologischen Messungen nur in ca. 60% aller Fälle mit einer Genauigkeit von $\pm 1\text{mm}$ bestimmen lässt [9,28,45]. Forderungen von ALBREKTSSON ET AL. (1986), wonach Röntgenbilder im Bereich von $0,2\text{mm}$ ausgewertet werden sollten, wurden somit in Frage gestellt [4,44,45].

Wie genau die Messungen an den Knochengrenzen sind, ist häufig von der periimplantären Transluzenz oder auch vom Implantat selbst abhängig. Die Dichteunterschiede von Knochen und Weichgewebe bieten hier nicht immer den gewünschten Kontrast und führen somit zur Fehleinschätzung der tatsächlichen Knochenveränderung [34,36,45,56]. Meist liegen die Gründe in einer zu geringen Knochenstärke, in Entzündungsprozessen am Implantat, in „Burn-out“ Effekten, in der Anwendung energiereicher Strahlung oder auch in der falschen Belichtungs- und Entwicklungszeit [36]. Die Straumann[®] Implantate besitzen zudem noch eine TPS[®]/SLA[®] behandelte Oberfläche mit Schraubenwindungen [18,89], wodurch ein exaktes Abgreifen der Defekttiefe erschwert wird [36].

Für die qualitative Erfassung des Knochenverlustes sind Röntgenaufnahmen in regelmäßigen Intervallen [45] mit annähernd gleich bleibenden Röntgeneinstellungen von Nöten. Wechselnde Kopfpositionen der Patienten im Röntgengerät bewirken eine Projektionsverschiebung von Anteilen der Alveolarfortsatzkontur, wodurch sich Fehleinschätzungen hinsichtlich der

tatsächlichen Defekttiefe ergeben. Durch die digitale Nachbearbeitung von Röntgenbildern am Computer bieten sich neue Möglichkeiten bei der Auffindung von Knochengrenzen. Eine bessere Kontrastgebung durch spezielle Filter oder durch die Veränderung in der Helligkeit und die zusätzlichen Zoomeinstellungen ermöglichen es, Aussagen mit Hilfe von Röntgenbildern mit niedriger Projektionsqualität vorzunehmen [9,36]. Eine Reliabilitätsstudie von GÓMEZ-ROMÁN ET AL. (1992) bezüglich der Messergebnissen an Implantaten ergibt eine 90% Übereinstimmung der Strecken innerhalb eines Toleranzbereichs von $\pm 1\text{mm}$ [34,35]. Die Verwendung einer röntgenologischen Messvorschrift für die zu untersuchenden Straumann® Standard Implantate [9] ist somit eine gute Basis für die qualitative Erfassung periimplantärer Knochenveränderungen [34] und die Prognose von Überlebensraten bei Implantaten.

Die retrospektive Studie erfasst 117 Primärimplantationen (66,5%) und 59 Sekundärimplantationen (33,5%), wobei eine Primärimplantation nur in Fällen mit ausreichender Restknochenhöhe und Primärstabilität stattfand. In allen anderen Fällen erfolgte zunächst eine Augmentation mit anschließender sekundärer Implantation [39,67].

Bei einer absoluten Kieferkammerhöhung ohne anschließende Implantation kommt es zu einer Resorptionsrate von 50 bis 60% im ersten postoperativen Jahr und einer 90 bis 100%igen in den zwei nachfolgenden Jahren [53,64]. Die Kombination einer Auflagerungsosteoplastik mit kaufunktionellen Implantaten limitiert die Resorptionsrate des Transplantats [39,49,64,75] und soll bei der sekundären Implantation mit einer Überdimensionierung des Knochens erfolgen [39].

Unterschiedliche Angaben werden über den Zeitraum der sekundären Implantatinsertion gemacht. Die optimale Einheilungsphase zwischen Augmentation und sekundärer Implantation erstreckt sich in der Literatur über 3 bis 6 Monate [12,46,75,79]. In der vorliegenden Studie wurde dieser Sachverhalt nicht untersucht, dennoch erfüllen 71,4% der sekundären

Implantationen die geforderte Einheilphase. Diese Tatsache wird für das weitere Vorgehen und für die spätere Ergebnisanalyse als vorteilhaft erachtet.

Die Erfolgssicherheit zwischen der simultanen oder sekundären Implantation im augmentierten Kiefer wird in der Literatur kontrovers diskutiert [79]. Meistens erfolgt dabei eine Betrachtung der beiden Operationsmethoden über die Überlebensrate von Implantaten und seltener über den Knochenabbau. Die Betrachtungsweise des Knochenabbaus macht jedoch Sinn, da auch klinisch feste Implantate von Knochenresorptionen befallen sein können.

SCHLIEPHAKE ET AL. (1997) beschreiben die Herkunft des Blockaugmentats als auch die Augmentationstechniken als nicht ausschlaggebend für die Überlebensrate der Implantate [76]. Obwohl die Auflagerungsplastik vom Becken die geringste Überlebensrate (66,4%) im Vergleich zur Sinuseinlagerung (70,5%) und der lokalen Auf- und Einlagerungsplastik (75-100%) aufweist [76], gehört sie bis heute zu den Standardverfahren zur Rehabilitation atrophierter Kiefer [38,43,46].

Untersuchungen von ADELL ET AL. (1990) zu augmentierten Oberkiefern mit simultaner Implantation verzeichnen einen Knochenverlust von 1,49mm nach einem Jahr funktioneller Belastung, während die weitere Abbaurrate jährlich 0,1mm beträgt [2]. KOVÁCS (1998) und NYSTRÖM ET AL. (1996) berichten in ihren Studien über einen marginalen Knochenabbau von 3,9mm bzw. 3,7mm nach einem Jahr bei aufgelagerten Beckenkammtransplantaten und simultaner Implantation [54,68]. In den darauf folgenden Jahren verschlechtert sich die Prognose der Implantate aufgrund der fortschreitenden Resorptionen. NYSTRÖM ET AL. (1996) ermitteln Veränderungen von 3,88mm im zweiten und 4,91mm im dritten Jahr am marginalen Knochen [68]. Bei KOVÁCS (1998) zeigen sich Abbauraten von 6,75mm und 9,83mm [54]. Die Differenzierung des marginalen Knochenabbaus in den horizontalen und vertikalen periimplantären Knochenabbau ergibt bei KOVÁCS (1998) einen gleich hohen Knochenverlust auf beiden Seiten über die Zeit. Diese Ergebnisse decken sich nur teilweise mit den eigenen Untersuchungen, da sich hier die marginalen Knochenverluste nur aus den horizontalen Verlusten zusammensetzten.

Die errechneten marginalen Mittelwerte zeigen eine ähnliche Resorptionstendenz in den beiden postoperativen Jahren der simultanen (1,6mm und 2,1mm) und sekundären (0,9mm und 1,1mm) Implantation im Transplantat. Durch die geringeren marginalen Knochenverluste bei der sekundären Implantation wird die Langzeitprognose der Implantate positiv beeinflusst.

Die Erfolgswahrscheinlichkeit einer simultanen Implantation nach Onlayaugmentation im atrophierten Oberkiefer liegt bei etwa 51-83% nach fünf Jahren [2,5,43,54,76,79]. SCHLIEPHAKE ET AL. (1997) berichten in diesem Zusammenhang von einer 20% höherer Erfolgsrate nach sekundärer Implantation im atrophierten Oberkiefer [76]. Kieferbezogene Untersuchungen zum kumulativen Überleben von Primär- und Sekundärimplantationen untermauern ein zweizeitiges Vorgehen im Oberkiefer, während im Unterkiefer die Operationsmethode keinen Einfluss auf den Erfolg hat [76].

Das geringe Datenmaterial dieser Studie macht eine statistische Auswertung getrennt nach Kiefern unmöglich, zeigt jedoch in der Gesamtheit eine eindeutige Tendenz zu Gunsten einer sekundären Implantation auf.

TRIPLETT und SCHOW (1996) befürworteten vor einiger Zeit schon die Sekundärimplantation in avaskuläre Osteoplastiken gegenüber der Primärimplantation [87]. Seit 1997 werden in der medizinischen Hochschule Hannover alle Implantate in Kombination mit Knochenaugmentation sekundär inseriert. Als Begründung nennen SCHLIEPHAKE ET AL. (1997) die bessere Primärstabilität und eine zuverlässigere Osseointegration bei revascularisierten Osteoplastiken [76,79].

Vorteile der simultanen Implantation gegenüber der sekundären liegen allein in der früheren funktionellen Belastung der Implantate, dem geringeren Arbeits- und Zeitaufwand sowie in der verminderten Belastung für den Patienten [67].

Die Überlebensrate der Implantate hängt von vielen Faktoren ab und wird durch diese unterschiedlich stark beeinflusst. Von den in der Logistischen Regression untersuchten Parameter zeigen sich insbesondere Geschlecht (0,001), Alter

(0,003) und Raucher (0,012) als signifikant auffällig. Diese Ergebnisse decken sich mit den Veröffentlichungen von anderen Autoren [7,30,37,47,59,76].

Von den 38 evaluierten Patienten sind 29 weiblich (76,3%) und 9 männlich (23,7%). Ähnliche Konstellationen in der Geschlechterverteilung finden sich auch in Veröffentlichungen anderer Autoren [2,46,58,76]. Aufgrund der hormonellen Veränderung und der vermehrte Osteoporose sind Frauen früher von Zahnverlust betroffen als Männer. Die höhere Lebenserwartung der Frau begünstigt zudem den Überhang an weiblichen Patienten in den Studien.

Eine bestehende Korrelation zwischen Implantatprognose und Geschlecht der Patienten konnten SCHLIEPHAKE ET AL. (1997) nachweisen [76]. So haben männliche Patienten eine kumulative Überlebensrate von 0,962 nach ca. 3000 Tagen, während Frauen eine Überlebensrate von 0,623 nach 3000 Tagen aufweisen [76]. Der unterschiedliche Knochenstoffwechsel im Alter könnte nach SCHLIEPHAKE ET AL. (1997) einer der Gründe für die verminderte Überlebensrate von Implantaten bei Frauen sein [76]. Des Weiteren ist wissenschaftlich belegt, dass Osteoporose und Mineralisationsverlust zu Knochenverlust führt [29,46], wodurch die Prognose der Implantate verschlechtert wird.

Das Durchschnittsalter aller Patienten dieser Studie liegt bei 44,3 Jahren, mit einer Spanne von 15 bis 71 Jahren. Ähnlich hoch liegt der Altersdurchschnitt auch in anderen Veröffentlichungen [12,46,54,68,76]. Geriatrische Patienten besitzen selten noch für die Implantation ausreichenden Kieferknochen, so dass die Zahl der Augmentationen im hohen Alter kontinuierlich ansteigt. SCHLIEPHAKE ET AL. (1997) und FALLSCHLÜSSEL (1986) finden keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter und der Überlebensrate von Implantaten oder Knochen [29,76], dennoch liegt eine auffällig niedrige Implantatrate (21,9%) bei Patienten zwischen 51 und 60 Jahren [76] vor.

Dass sich diese Angaben nicht mit den Ergebnissen dieser Studie decken, kann in der Tatsache begründet liegen, dass hier ein kleines Patientengut (N=38) mit insgesamt 176 Implantaten untersucht wurde. Zudem belegen wissenschaftliche Untersuchungen eine hohe Fehlerrate an Implantaten im ersten postoperativen Jahr [1,43,76]. Das Auftreten beider Faktoren (N=38 und

hohe Implantatfehlraten im ersten postoperativen Jahr) könnte hier zur Signifikanz des Parameters Alter geführt haben.

Dass Raucher signifikant schlechte Überlebensraten der Implantate aufweisen, deckt sich mit Ergebnissen anderer Studien [7,30,37,47,59]. So findet sich bei KAN ET AL. (1999) eine kumulative Überlebensrate von Implantaten bei Rauchern von 65,3% gegenüber einer Rate von 82,7% bei Nichtrauchern [47]. Ähnliche Aussagen treffen BAIN und MOY (1993) in ihrem Artikel [7]. Obwohl Zigaretten einen signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate der Implantate haben, besteht für KAN ET AL. (1999) kein Zusammenhang zwischen der Verlustrate und der Menge an konsumierten Zigaretten [47]. LINQUIST ET AL. (1996) und FARTASH ET AL. (1996) dagegen beschreiben einen marginalen Knochenverlust um das Implantat herum und einen Implantatmisserfolg bei Rauchern in Abhängigkeit des Zigarettenkonsums [30,59]. Besonders gefährdet sind starke Raucher mit einem Konsum von >14 bzw. 30 bis 40 Zigaretten pro Tag [30,59]. In dieser Studie liegen von den 10 Rauchern 80% (40 Implantate) über und 20% unter dem Limit von 14 Zigaretten pro Tag.

Vergleicht man abschließend die ermittelten Knochenabbauraten der beiden Operationsmethoden mit denen von der DGZMK veröffentlichten Resorptionsraten bei Osteoplastiken im ersten Jahr (1,1mm) [5,27], so zeigt die Sekundärimplantation ähnliche Werte wie die wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK. Der Mittelwert der marginalen Knochenresorption weist eine Resorptionsrate von 0,85mm im ersten postoperativen Jahr und eine Resorptionsrate von 1,14mm im zweiten postoperativen Jahr auf [vgl. Tabelle 5]. Die zwischenzeitliche Knochenresorption liegt mit 0,3mm etwas höher als die geforderte Norm von 0,1-0,2mm pro Jahr in den Folgejahren [4,27], dennoch entspricht die Sekundärimplantation den Kriterien der DGZMK und kann somit als Erfolg versprechende Therapieform gewertet werden.

Bei der Primärimplantation weist der Mittelwerte eine Abbauraten von 1,62mm im ersten Jahr auf und liegt somit 0,52mm über den zu erwartenden marginalen Resorptionsraten. Der marginale Knochenabbau von 2,4mm im zweiten

postoperativen Jahr übersteigt die geforderten Resorptionswerte um ein vielfaches und zeigt eine Jahresdifferenz von 0,78mm [9,27].

Trotz des geringen Beobachtungszeitraums von zwei Jahren zieht die Primärimplantation einen rapiden Knochenabbau gegenüber der Sekundärimplantation nach sich, und mit Blick auf den Mittelwertverlauf kann nur bei der Sekundärimplantation von einer erfolgreichen Operationsmethode mit nachhaltiger Wirkung gesprochen werden.

Gemessen an den Erfolgskriterien für Implantate ohne Augmentation zeigen die untersuchten Operationsmethoden desolante Resorptionsraten am periimplantären Kieferknochen. In der Literatur werden für diese Implantate vertikale Knochenabbauraten von 0,4-0,5mm im ersten Jahr und 0,1-0,2mm in den folgenden Jahren dokumentiert [5,9,27]. Diese Werte unterschreiten die ermittelten Abbauraten um ein vielfaches und die schnelle Rehabilitation der Gebissituation erübrigt den Eingriff einer Blockaugmentation. Der frühe Erhalt des Alveolarknochens und der Weichgewebkonturen im Implantationsgebiet wirkt sich somit positiv auf die Funktion und Ästhetik des Kauapparates aus [25,39,49,51,65,75,94].

Die alleinige Implantation in den ausreichenden Kieferknochen ist in jedem Falle der Augmentation mit Primärimplantation oder Sekundärimplantation vorzuziehen, impliziert jedoch die Bereitschaft des Patienten zur Implantatinsertion nach Zahnverlust.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurden retrospektive Daten von 38 Patienten mit 176 Implantaten ausgewertet, die im Zeitraum vom 14.06.1994 bis zum 25.07.2002 in der Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie der Westfälischen Wilhelms-Universität ein Blockaugmentat in Kombination mit einer simultanen oder sekundären Implantation erhielten.

Der Mittelwertvergleich der marginalen Knochenveränderungen zeigt bei beiden Operationsmethoden dieselbe Resorptionstendenz, bei konstant höheren Resorptionen der simultanen Blockaugmentation und Implantation. Die statistischen Testung beider Operationsmethoden untereinander weist eine eindeutige Signifikanz von $p=0,004$ auf und stellt somit klar, dass den ermittelten Messwerten zwei unterschiedliche Operationsmethoden zugrunde liegen. Untermuert wird diese Erkenntnis durch die Klassifizierung der Implantate gemäß der jeweiligen Operationsmethode über das Maß der Abbauvorgänge, die mit 82,5% erfolgt und somit die Sekundärinsertion klar über die Primärinsertion stellt. Die graphische Aufsplitterung nach Resorptionsformen zeigt in den Kerndichteschätzungen einen alleinigen Knochenabbau in den ersten zwei Jahren bei der horizontalen Resorptionsform. Für die Überlebensrate der Implantate können mit Hilfe der Logistischen Regression einige Variablen ermittelt werden, die allein oder in Kombination miteinander wirken. Die Klassifizierungstabelle zeigt, dass ein Implantatsverlust bzw. eine Implantaterhaltung zu 96,4% durch die untersuchten Variablen erklärt werden können.

Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede in der Operationsmethode und rapide Knochenverluste im Vergleich zu den Resultaten der in der Literatur vorgestellten Studien der alleinigen Implantation. Der Implantatverlust kann durch die bekannten Einflussfaktoren erklärt werden.

7 Literaturverzeichnis

1. Adell, R., Lekholm, U., Rockler, B., Brånemark, P.I.: A 15-year-study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 10, 387 (1981).
2. Adell, R., Eriksson, B., Lekholm, U., Brånemark, P.I., Jemt, T.: Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 5, 347 (1990).
3. Akef, J., Weine, F.S., Weissmann, D.P.: The role of smoking in the progression of periodontal disease: a literature review. *Compendium* 13, 526 (1992).
4. Albrektsson, T., Zarb, G., Worthington, P., Eriksson, A.R.: The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1, 11 (1986).
5. Åstrand, P., Nord, P.G., Brånemark, P.I.: Titanium implants and onlay bone graft to the atrophic edentulous maxilla: a 3-year longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 25, 25 (1996).
6. Atwood, D.A.: Reduction of residual ridges: a major oral disease entity. *J Prosthet Dent* 26, 266 (1971).
7. Bain, C.A., Moy, P.K.: The association between the failure of dental implants and cigarette smoking. *Int J Oral Maxillofac Implants* 8, 609 (1993).
8. Banwart, J.C., Asher, M.A., Hassanein, R.S.: Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. A statistical evaluation. *Spine* 20, 1055 (1995).
9. Behneke, A., Behneke, N.: Recall und Nachsorge. In: Koeck, B., Wagner, W.: *Implantologie – Praxis der Zahnheilkunde*. Urban & Fischer-Verlag, München (2004).
10. Behneke, A., Behneke, N., d`Hoedt, B., Wagner, W.: Diabetes mellitus – Ein Risikofaktor für enossale Implantate im zahnlosen Unterkiefer? Ergebnisse einer kontrollierten Studie über 5 Jahre. *Dtsch Zahnärztl Z* 53, 5 (1998).

11. Behneke, A., Behneke, N., Wagner, W.: Klinische Ergebnisse mit transgingival inserierten enossalen Implantaten (Bonefit-System). *Z Zahnärztl Implantol* 8, 97 (1992).
12. Bell, R.B., Blakey, G.H., White, R.P., Hillebrand, D.G., Molina, A.: Staged reconstruction of the severely atrophic mandible with autogenous bone graft and endosteal implants. *J Oral Maxillofac Surg* 60, 1135 (2002).
13. Beumer, J., Cawood, J., Davis, W.H., Grisius, R.J., Habets, L.L., Härle, F., Hillerup, S., Hjorting Hansen, E., de Koomen, H.A., Marx, R.E., Sailer, H.F., Stoelinga, P.J., Terry, B.C., Watzek, G., Zarb, G.: Report on the 4th international congress on preprosthetic surgery Palm Springs, USA, 18–20 April, 1991. *J Oral Maxillofac Surg* 20, 314 (1991).
14. Binger, T., Hell, B.: Resorption of microsurgically vascularized bone grafts after augmentation of the mandible. *J Craniomaxillofac Surg* 27, 82 (1999).
15. Blickle, W., Niederdellmann, H., Dehnen, M.: Konuskronen in der Implantatprothetik. Erste Erfahrungen mit einem alternativen implantologisch-prothetischem Konzept. *Z Zahnärztl Implantol* 6, 246 (1990).
16. Blomqvist, J.E., Alberius, P., Isaksson, S.: Sinus inlay bone augmentation: comparison of implant positioning after one- or two-staged procedures. *J Oral Maxillofac Surg* 55, 804 (1997).
17. Boyne, P.J.: Osseous reconstruction of the maxilla and the mandible. *Quintessence*, Chicago 1997, 5 (1997).
18. Buser, D., Schroeder, A., Sutter, F., Lang, N.P.: Das neue ITI-Implantatkonzept – Indikationen und klinische Aspekte. *Quintessenz* 40, 17 (1989).
19. Cawood, J.I., Howell, R.A.: A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 17, 232 (1988).
20. Cawood, J.I., Stoelinga, P.J., Brouns, J.J.: Reconstruction of the severely resorbed (Class VI) maxilla. A two-step procedure. *Int J Oral Maxillofac Surg* 23, 219 (1994).

21. Cox, J.F., Pharoah, M.: An alternative holder for radiographic evaluation of tissue-integrated prostheses. *J Prosthet Dent* 56, 338 (1986).
22. Crum, R.J., Rooney, G.E. Jr.: Alveolar bone loss in overdentures: a 5-year study. *J Prosthet Dent* 40, 610 (1978).
23. De Gruyter, W., Pschyrembel, W de G, 259.Auflage, Seite 867.
24. www.DGZMK.de Implantologie, Stellungnahme der DGZMK V 2.0, Stand 1/98.
25. www.DGZMK.de Implantologie in der Zahnheilkunde, Stellungnahme der DGZMK und DGI V 3.0, Stand 7/05.
26. www.DGZMK.de Knochenersatz, Stellungnahme der DGZMK V 1.0, Stand 9/00.
27. www.DGZMK.de Lebenserwartung von Implantaten und Implantatlager, Stellungnahme der DGZMK V 1.1, Stand 4/00.
28. Eickholz, P., Hausmann, E.: Accuracy of radiographic assessment of interproximal bone loss in intrabony defects using linear measurements. *Eur J Oral Sci* 108, 70 (2000).
29. Fallschlüssel, G.K.: Untersuchungen zur Anatomie des zahnlosen Oberkiefers. *Z Zahnärztl Implantol* 2, 64 (1986).
30. Fartash, B., Tangerud, T., Silness, J., Arvidson, K.: Rehabilitation of mandibular edentulism by single crystal sapphire implants and overdentures: 3-12 year results in 86 patients. A dual center international study. *Clin Oral Implants Res* 7, 220 (1996).
31. Flemmig, T.F., Höltje, W.J.: Periimplantäre Mukosa und Knochen bei Titan-Implantaten. *Z Zahnärztl Implantol* 4, 153 (1988).
32. Frisch, E., Pehrsson, K., Jacobs, H.G.: Die implantatprothetische Versorgung des zahnlosen Unterkiefers mittels teleskopierender Konstruktionen. *Z Zahnärztl Implantol* 11, 63 (1995).
33. Fröhlich, E.: Grenzen und Täuschungen bei der röntgenologischen Darstellung marginaler Zahnbetterkrankungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1, 225 (1956).

34. Gómez-Román, G., Axmann, D., d'Hoedt, B., Schulte, W.: Eine Methode zur quantitativen Erfassung und statistischen Auswertung des periimplantären Knochenabbaus. *Stomatologie* 92,9 , 463 (1995).
35. Gómez-Román, G., d'Hoedt, B., Axmann, D.: Die visuell-metrische Vermessung von Röntgenaufnahmen dentaler Implantate. Eine Reliabilitätsstudie. 15. Wissenschaftliche Tagung der Arbeitsgemeinschaft Implantologie innerhalb der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, 23.-26. April 1992, Berlin (1992).
36. Gómez-Román, G., Schröer, A., Schäfer, I., Möws, K., Hilliges, A.: Die Vermessung periimplantärer Knochendefekte auf Röntgenaufnahmen mit Hilfe der digitalen Bildbearbeitung. *Z Zahnärztl Implantol* 15, 104 (1999).
37. Haas, R., Haimböck, W., Mailath, G., Watzek, G.: The relationship of smoking on peri-implant tissue: a retrospective study. *J Prosthet Dent* 76, 592 (1996).
38. Härle, F.: Indikation, Methode und Ergebnisse zur absoluten Alveolarkammerhöhung des Unterkiefers. *Dtsch Zahnärztl Z* 37, 121 (1982).
39. Haesseler, D., Fürst, U., Foitzik, C.: Implantatversorgung des teilbezahnten Gebisses nach Extension und Augmentation des Kieferkammes durch freie autogene Knochentransplantation. *Quintessenz* 45, 645 (1994).
40. Hermann, F.S.: A new method of inserting endosseous implants in totally atrophic maxillae. *J Craniomaxillofac Surg* 17, 299 (1989).
41. Higuchi, K.: Bone grafting into the nasal floor. In: Worthington, P., Brånemark, P.I.: *Advanced osseointegration surgery. Applications in the maxillofacial region.* Quintessence, 189 (1994).
42. Hofmann, M.: Kopplungsabhängige Implantatbelastung bei Hybridprothesen. *Z Zahnärztl Implantol* 13, 210 (1997).
43. Isaksson, S., Alberius, P.: Maxillary alveolar ridge augmentation with onlay bone-grafts and immediate endosseous implants. *J Craniomaxillofac Surg* 20, 2 (1992).

44. Jahn, M., d'Hoedt, B.: Zur Definition des Erfolges bei dentalen Implantaten. Ein Vergleich verschiedener Kriterien. *Z Zahnärztl Implantol* 8, 221 (1992).
45. Jansen, V.K., Augthun, M., Richter, E.J., Spiekermann, H.: Zur Genauigkeit des Orthopantomogramms bei der Bestimmung des Knochenabbaus an IMZ-Implantaten. *Z Zahnärztl Implantol* 9, 200 (1993).
46. Joos, U., Kleinheinz, J.: Reconstruction of the severely resorbed (Class VI) jaws: routine or exception? *J Craniomaxillofac Surg* 28, 1 (2000).
47. Kan, J.Y., Rungcharassaeng, K., Lozada, J.L., Goodacre, C.J.: Effects of smoking on implant success in grafted maxillary sinuses. *J Prosthet Dent* 82, 307 (1999).
48. Keese, E., Khoury, G., Bschorer, R., Gbara, A., Schmelzle, R.: Autologe Transplantate für die präimplantologische Osteoplastik im pathologisch veränderten Oberkiefer. *Quintessenz* 48,5, 617 (1997).
49. Keller, E.E., Tolman, D.E.: Die Augmentation des Unterkiefers mit aufgelagertem Beckenkammtransplantat in Kombination mit simultan inserierten enossalen Implantaten – Ein vorläufiger Bericht. *Quintessenz* 43, 1893 (1992).
50. Keller, E.E., Tolman, D.E., Eckert, S.: Surgical-prosthetic reconstruction of advanced maxillary bone comprise with autogenous onlay block bone grafts and osseointegrated endosseous implants: a 12-year study of 32 consecutive patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14, 197 (1999).
51. Khoury, F., Hemprich, A., Reinhard, S.: Zur Methodik der absoluten Kieferkammerhöhung mit Beckenkammtransplantaten und simultaner Implantation. *Z Zahnärztl Implantol* 8, 149 (1992).
52. Khoury, F., Pingel, D., Joos, U.: Die Sinusbodenelevation mit simultaner Implantation unter Verwendung von Knochentransplantaten aus dem Unterkiefer – Erster Erfahrungsbericht. *Z Zahnärztl Implantol* 9, 175 (1993).

53. Koberg, W.: Spätergebnisse nach Augmentationsplastiken. *Z Zahnärztl Implantol* 1, 239 (1985).
54. Kovács, A.: Horizontaler und periimplantärer Knochenabbau in freien und gefäßgestielten Beckenkammtransplantaten. *Z Zahnärztl Implantol* 14, 143 (1998).
55. Kreibich, D.N., Scott, I.R., Wells, J.M., Saleh, M.: Donor site morbidity at the iliac crest: comparison of percutaneous and open methods. *J Bone Joint Surg Br* 76, 847 (1994).
56. Larheim, T.A., Eggen, S.: Measurement of alveolar bone height at tooth and implant abutments on intraoral radiographs. A comparison of reproducibility of Eggen technique utilized with and without a bite impression. *J Clin Periodontol* 9, 184 (1982).
57. Lekholm, U., Ericsson, I., Adell, R., Slots, J.: The condition of the soft tissues at tooth and fixture abutments supporting fixed bridges. A microbiological and histological study. *J Clin Periodontol* 13, 558 (1986).
58. Lekholm, U., Wannfors, K., Isaksson, S., Adielsson, B.: Oral implants in combination with bone grafts. A 3-year retrospective multicenter study using the Brånemark implant system. *Int J Oral Maxillofac Surg* 28, 181 (1999).
59. Linqvist, L.W., Carlsson, G.E., Jemt, T.: 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, 329 (1996).
60. Linqvist, L.W., Rockler, B., Carlsson, G.E.: Bone resorption around fixtures in edentulous patients treated with mandibular fixed tissue-integrated prostheses. *J Prosthet Dent* 59, 59 (1988).
61. Lippert, H., *Lehrbuch Anatomie*. Urban & Fischer-Verlag, 5. Auflage, Seite 552.
62. Muhammed, A.H., Manson-Hing, L.R.: A comparison of panoramic and intraoral radiographic surveys in evaluating a dental clinic population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 54, 108 (1982).

63. Naert I.E.: The influence of prosthetic design and implant type on tissue reactions around oral implants. Thesis, University of Leuven 1991.
64. Neukam, F.W., Esser, E.: Implantologie. Mund Kiefer GesichtsChir 4, 249 (2000).
65. Neukam, F.W., Hausamen, J.E., Handel, G., Scheller, H.: Osteointegrierte Implantate als Halteelemente von Defektprothesen und Epithesen zur funktionellen und ästhetischen Rehabilitation nach Tumorresektion. Dtsch Z Mund Kiefer GesichtsChir 13, 353 (1989).
66. Neukam, F.W., Scheller, H., Günay, H.: Experimentelle und klinische Untersuchungen zur Auflagerungsosteoplastik in Kombination mit enossalen Implantaten. Z Zahnärztl Implantol 5, 235 (1989).
67. Neukam, F.W., Schultze-Mosgau, S.: Implantate bei ausgedehnten Knochendefiziten. In: Koeck, B., Wagner, W.: Implantologie – Praxis der Zahnheilkunde. Urban & Fischer-Verlag, München (2004).
68. Nyström, E., Ahlqvist, J., Kahnberg, K.E., Rosenquist, J.B.: Autogenous onlay bone grafts fixed with screw implants for the treatment of severely resorbed maxillae. Radiographic evaluation on preoperative bone dimensions, postoperative bone loss, and changes in soft-tissue profile. Int J Oral Maxillofac Surg 25, 351 (1996).
69. Oba, T., Katayama, H.: Comparison of orthopantomography with conventional periapical dental radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 34, 524 (1972).
70. Olson, J.W., Shernoff, A.F., Tarlow, J.L., Colwell, J.A., Scheetz, J.P., Bingham, S.F.: Dental endosseous implant assessments in a type 2 diabetic population: a prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 15, 811 (2000).
71. Pharoah, M.J.: Imaging techniques and their clinical significance. Int J Prosthodont 6, 176 (1993).
72. Putz, R., Papst, R., Sobotta. Urban & Fischer-Verlag, 21 Auflage, Seite 80.

73. Richter, E.J., Jansen, V., Spiekermann, H., Jovanovic, S.A.: Langzeitergebnisse von IMZ- und TPS-Implantaten im interforaminalen Bereich des zahnlosen Unterkiefers. Dtsch Zahnärztl Z 47, 449 (1992).
74. Richter, E.J., Spiekermann, H.: Die implantologisch-prothetische Behandlung des zahnlosen Patienten – Die Aachener Therapiekonzepte. Implantologie 1, 117 (1993).
75. Riediger, D., Ehrenfeld, M.: Mikrochirurgische Beckenkammtransplantate in Kombination mit enossalen Implantaten: Ein neues Verfahren zur Rehabilitation extrem atrophierter Kiefer. Z Zahnärztl Implantol 7, 178 (1991).
76. Schliephake, H., Neukam, F.W., Wichmann, M.: Survival analysis of endosseous implants in bone grafts used for the treatment of severe alveolar ridge atrophy. J Oral Maxillofac Surg 55, 1227 (1997).
77. Schramm-Scherer, B., Behneke, N., Reiber, T., Tetsch, P.: Röntgenologische Untersuchungen zur Belastung von Implantaten im zahnlosen Unterkiefer. Z Zahnärztl Implantol 5, 185 (1989).
78. Schubert, J.: Wundlehre. In: Schwenzler, N., Ehrenfeld, M.: Allgemeine Chirurgie – Lehrbuch zur Aus- und Weiterbildung. Thieme-Verlag, Stuttgart (2000).
79. Schultze-Mosgau, S., Keweloh, M., Wiltfang, J., Kessler, P., Neukam, F. W.: Histomorphometric and densitometric changes in bone volume and structure after avascular bone grafting in the extremely atrophic maxilla. Br J Oral Maxillofac Surg 39, 439 (2001).
80. Schultze-Mosgau, S., Schliephake, H., Schultze-Mosgau, S., Neukam, F.W.: Soft tissue profile changes after autogenous iliac crest onlay grafting for the extremely atrophic maxilla. J Oral Maxillofac Surg 58, 971 (2000).
81. Silverstein, P.: Smoking and wound healing. Am J Med 93, 22 (1992).
82. Slavicek, R.: Die Bedeutung der skelettalen Diagnose für den zahnlosen Patienten. In: Drücke, Klemm (Hrsg.): Schwerpunkte der Totalprothetik. Quintessenz, Berlin, 73 (1986).

83. Sutter, F.: Das Konzept der ITI-Bonefit-Implantate. In: Schroeder, A., Sutter, F., Buser, D., Krekeler, G.: *Orale Implantologie – Allgemeine Grundlagen und ITI-System*. Thieme-Verlag, Stuttgart (1994).
84. Szabo, G., Keck, B., d'Hoedt, B.: Präimplantologische Diagnostik mit individuellen Röntgenschablonen im Orthopantomogramm. *Z Zahnärztl Implantol* 7, 33 (1991).
85. Tallgren, A.: The effect of denture wearing on facial morphology. A 7-year longitudinal study. *Acta Odontol Scand* 25, 563 (1967).
86. Tallgren, A.: The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. 1972. *J Prosthet Dent* 89, 427 (2003).
87. Triplett, R.G., Schow, S.R.: Autologous bone grafts and endosseous implants: complementary techniques. *J Oral Maxillofac Surg* 54, 486 (1996).
88. Ulm, C.W., Solar, P., Gsellmann, B., Matejka, M., Watzek, G.: The edentulous maxillary alveolar process in the region of the maxillary sinus – a study of physical dimension. *Int J Oral Maxillofac Surg* 24, 279 (1995).
89. Wagner, W., Al Nawas, B.: Implantatmaterialien und Konstruktionsprinzipien der Implantate aus chirurgischer Sicht. In: Koeck, B., Wagner, W.: *Implantologie – Praxis der Zahnheilkunde*. Urban & Fischer-Verlag, München (2004).
90. Walsch, *Lehrbuch Histologie*. Urban & Fischer-Verlag, Seite 199 ff.
91. Watzek, G., Mailath-Pokorny, G.: Zahnärztliche Implantate. In: Schwenzer, N., Ehrenfeld, M.: *Zahnärztliche Chirurgie – Lehrbuch zur Aus- und Weiterbildung*. Thieme-Verlag, Stuttgart (2000).
92. Weingart, D., Kleinheinz, J., Schenk, R., Strub, J.R.: Perforation der knöchernen Begrenzung des Oberkiefers bei Inserteration enossaler Implantate. *Dtsch Z Mund Kiefer GesichtsChir* 19, 311 (1995).
93. Weingart, D., Joos, U., Hürzeler, M.B., Knode, H.: Restoration of maxillary residual ridge atrophy using Le Fort I osteotomy with simultaneous

- endosseous implant placement: technical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 7, 529 (1992).
94. Weingart, D., Werkmeister, R., Joos, U., Röckl, J., Pingel, D.: Korrektur der sagittalen Diskrepanz bei starker Atrophie des Oberkieferalveolarkammes. *Dtsch Zahnärztl Z* 51,1 , 46 (1996).
95. Zeichner, S.J., Ruttimann, U.E., Webber, R.L.: Dental radiography: efficacy in the assessment of intraosseous lesions of the face and jaws in asymptomatic patients. *Radiology* 162, 691 (1987).

8 Anhang

8.1 Verzeichnis der im Text verwendeten Abbildungen

Abbildung 1: Messvorschrift für das Straumann® Dental Implant System [9]	20
Abbildung 2: Kerndichteschätzung des marginalen Knochenabbaus bei sekundären und simultanen Implantationen.....	32
Abbildung 3: Kerndichteschätzung des horizontalen Knochenabbaus bei sekundären und simultanen Implantationen.....	33
Abbildung 4: Kerndichteschätzung des vertikalen Knochenabbaus bei sekundären und simultanen Implantationen.....	33
Abbildung 5: Multivariate Kerndichteschätzung des marginalen Knochenabbaus zum Zeitpunkt der prothetischen Versorgung.....	34
Abbildung 6: Multivariate Kerndichteschätzung des marginalen Knochenabbaus nach dem ersten postoperativen Jahr	35
Abbildung 7: Multivariate Kerndichteschätzung des marginalen Knochenabbaus nach dem zweiten postoperativen Jahr	36
Abbildung 8: Patientenbogen	LXI
Abbildung 9: Klassifizierung der Knochenresorptionen nach Cawood [67].....	LXVI
Abbildung 10: ITI®-Vollschraube mit gestrahlter SLA®-Oberfläche [89].....	LXVI

8.2 Verzeichnis der im Text verwendeten Tabellen

Tabelle 1: Deskriptive Statistik für die simultanen Insertionen.....	25
Tabelle 2: Deskriptive Statistik für die sekundären Insertionen	26
Tabelle 3: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest für die simultanen Insertionen.....	27
Tabelle 4: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest für die sekundären Insertionen	27
Tabelle 5: Gruppenstatistik für die simultanen und sekundären Insertionen	28
Tabelle 6: Test bei unabhängigen Stichproben	28
Tabelle 7: Analyse der verarbeiteten Fälle	29
Tabelle 8: Signifikanz der Diskriminanzanalyse	30
Tabelle 9: Klassifizierungsergebnisse der Diskriminanzanalyse	30
Tabelle 10: Analyse der verarbeiteten Fälle	37
Tabelle 11: Signifikanz der Variablen in der Gleichung	37
Tabelle 12: Klassifizierungsergebnisse der Logistischen Regression	38
Tabelle 13: Korrelationsmatrix der Logistischen Regression.....	38
Tabelle 14: Urliste der radiologischen Datenerhebung.....	LXII
Tabelle 15: Urliste der allgemeinen Datenerhebung	LXV

8.3 Urliste der Patientenerhebung

Patientenname:

Geburtsdatum:

Operationsdatum:

Operationsalter:

Operateur:

Operationsdauer:
(Schnitt-Nahtzeit)

Stationsdauer und Verlauf:

Diagnose:

Therapie:

Implantatanzahl:

Implantattyp:

Implantation: simultan
(mit Augmentation)

sekundär
(nach Einheilung d. Knochens)

Implantatlänge u. -durchmesser:

Implantatverlust: (Datum)

(Anzahl)

Implantatlokalisierung:

Einheilung Knochen:
(1.OP-Implantatinseration)

Einheilung Implantat:
(Implantation-Belastung)

Komplikation nach Knochenentnahme:

Mobilisationsverlauf
Krankengymnastik:

Gehhilfe:

(Wie lange)

Ankopplung:

Prothetischer Aufbau:

Eingliederungszeitpunkt der Prothese:

Besonderheiten:
Restbezahnung:

Bruxismus:

Raucher:

Mundpflege (Zahnstein):

Parodontopathie:

Abbildung 8: Patientenbogen

8.4 Urlisten der Datenerhebung

Patient Nr.	BGA-Code	Implantation	Imp.-Lok.	Marg.-Mesial0	Marg.-Distal0	Marg.-Mesial1	Marg.-Distal1	Marg.-Mesial2	Marg.-Distal2
1	R7 H11	simultan	15	1,8	4	1,8	4	2,1	3,7
2	R7 H11	simultan	13	1,5	2	1,5	2	2,6	2,5
3	R7 H11	simultan	11	0,8	1,1	0,8	1,1	3,2	3,1
4	R7 H11	simultan	21	0,6	2	0,6	2	1,8	2,3
5	R7 H11	simultan	23	1,7	1,8	1,7	1,8	3,1	3,4
6	R7 H11	simultan	25	1,9	0,8	1,9	0,8	2,1	0,7
7	R8 E10	simultan	14	0,3	1	3,2	3,5	4,2	4,2
8	R8 E10	simultan	13	0,1	-0,5	1,1	0,5	1,5	1,5
9	R8 E10	simultan	22	1	0,3	1,5	1,3	2,2	2,1
10	R8 E10	simultan	23	0,6	0,3	1,5	1,9	1,9	2,6
11	R8 E10	simultan	24	0,6	1	-	-	-	-
12	R8 E7	simultan	14	0,2	0,5	1,4	0,7	1,2	1,1
13	R8 E7	simultan	13	1	0,4	1,5	1,4	3,4	2,9
14	R8 E7	simultan	11	0,7	0	1,4	0,1	1,4	0,2
15	R8 E7	simultan	21	1,4	0	2,5	0,8	3,1	1,8
16	R8 E7	simultan	22	0,3	0,2	1,6	0,8	3,5	2
17	R8 E7	simultan	24	0,3	0,4	0,4	1,5	2,6	3,2
18	S6 P8	simultan	44	0,1	0,5	0,7	0,6	0,8	1
19	S6 P8	simultan	41	0,2	0,3	1,1	0,6	1,1	0,6
20	S6 P8	simultan	31	0,6	0,9	1,6	2	1,6	2,3
21	S6 P8	simultan	34	0,1	0,9	1,8	2,2	1,9	2,5
22	L9 I6	simultan	46	0,5	0,1	0,5	0,1	1,3	1,2
23	L9 I6	simultan	44	1,2	1,1	1,2	1,1	1,9	1,9
24	L9 I6	simultan	43	1,7	0,7	1,7	0,7	1	0,8
25	L9 I6	simultan	34	2,5	1,8	2,5	1,8	2,9	2
26	L9 I6	simultan	35	1	2	1	2	1,5	2,2
27	Z5 S11	simultan	43	2,5	3,4	2,8	4,2	3,1	4,3
28	Z5 S11	simultan	42	0,5	1,2	2,8	3	2,9	3,3
29	Z5 S11	simultan	41	1,3	1,6	1,6	1,8	1,9	1,9
30	Z5 S11	simultan	31	1,1	0,4	2,5	3	-0,5	2,7
31	Z5 S11	simultan	32	1,5	2,5	3,5	4,5	3,3	4,4
32	R6 H8	simultan	11	0,4	0,2	1	0,3	1,6	0,4
33	R6 H8	simultan	21	0,8	0,7	2,1	1,4	2,1	1,6
34	R6 H8	simultan	22	0,7	0,7	2,1	1,5	3	3
35	R6 H8	simultan	23	1,2	0,2	2,7	0,6	3,3	0,8
36	B8 L9	simultan	43	0,4	0	0,4	0	0,9	0,3
37	B8 L9	simultan	41	2,8	0,3	2,8	0,3	3,3	2,1
38	B8 L9	simultan	31	0,3	1,7	0,3	1,7	0,6	2,4
39	B8 L9	simultan	33	1,7	2,3	1,7	2,3	1,7	4,7
40	D6 N5	simultan	43	0,7	0,3	1	0,7	2,1	0,8
41	D6 N5	simultan	41	2,3	0,8	2,4	1,1	2,9	1,6
42	D6 N5	simultan	31	0,6	2,3	0,9	2,7	1	3,1
43	D6 N5	simultan	34	2	1	2,7	1,6	3,2	2
1	L7 K5	sekundär	43	1,6	0,7	1,6	0,7	1,6	0,7
2	L7 K5	sekundär	41	2,1	1	2,1	1	2,1	0,8
3	L7 K5	sekundär	31	0,4	3,6	0,4	3,6	0,5	3,8
4	L7 K5	sekundär	33	0,1	0	0,1	0	0,4	0,5
5	D6 N5	sekundär	14	0,9	0,1	0,9	0,1	1,5	0,2
6	D6 N5	sekundär	13	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3	1,4
7	D6 N5	sekundär	11	1,4	0,3	1,4	0,3	1,7	0,7
8	D6 N5	sekundär	21	1,2	0,2	1,2	0,2	1,8	0,5
9	D6 N5	sekundär	23	0,5	0,7	0,5	0,7	1,1	1,3
10	D6 N5	sekundär	24	1,4	0,4	1,4	0,4	1,7	0,4
11	I4 O7	sekundär	21	-1,1	-0,6	-1,7	0,1	-1,1	1,8
12	I4 O7	sekundär	23	0,5	0,5	0,6	0,7	1,2	0,9
13	I4 O7	sekundär	25	1	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
14	I4 O7	sekundär	26	0,5	1,5	0,8	1,7	1,2	1,7

Tabelle 14: Urliste der radiologischen Datenerhebung

8 Anhang

Patient Nr.	BGA-Code	Imp.-lokalisierung	Geschlecht	OP-Alter	Imp.-Lok.	Einheilung Imp.	Implantation	Raucher	Besonderheiten
1	E5 E6	44	w	57	UK	184	sekundär	Nein	Keine
2	E5 E6	41	w	57	UK	184	sekundär	Nein	Keine
3	E5 E6	31	w	57	UK	184	sekundär	Nein	Dehiszenz
4	E5 E6	33	w	57	UK	184	sekundär	Nein	Dehiszenz
5	N9 H8	14	w	71	OK	168	sekundär	Nein	Keine
6	N9 H8	12	w	71	OK	168	sekundär	Nein	Keine
7	N9 H8	22	w	71	OK	168	sekundär	Nein	Keine
8	N9 H8	24	w	71	OK	168	sekundär	Nein	Perimplantitis
9	L7 K5	43	m	21	UK	300	sekundär	Nein	Keine
10	L7 K5	41	m	21	UK	300	sekundär	Nein	Keine
11	L7 K5	33	m	21	UK	300	sekundär	Nein	Keine
12	L7 K5	31	m	21	UK	300	sekundär	Nein	Perimplantitis
13	G6 E5	43	w	53	UK	275	simultan	Nein	Keine
14	G6 E5	41	w	53	UK	275	simultan	Nein	Keine
15	G6 E5	31	w	53	UK	275	simultan	Nein	Perimplantitis
16	G6 E5	33	w	53	UK	275	simultan	Nein	Keine
17	R7 H11	15	w	51	OK	267	simultan	Nein	Keine
18	R7 H11	13	w	51	OK	267	simultan	Nein	Keine
19	R7 H11	11	w	51	OK	267	simultan	Nein	Perimplantitis
20	R7 H11	21	w	51	OK	267	simultan	Nein	Perimplantitis
21	R7 H11	23	w	51	OK	267	simultan	Nein	Keine
22	R7 H11	25	w	51	OK	267	simultan	Nein	Keine
23	I5 --	14	w	58	OK	122	sekundär	Nein	Keine
24	I5 --	12	w	58	OK	122	sekundär	Nein	Keine
25	I5 --	22	w	58	OK	122	sekundär	Nein	Keine
26	I5 --	24	w	58	OK	122	sekundär	Nein	Keine
27	R8 E10	14	m	38	OK	178	simultan	Nein	Keine
28	R8 E10	13	m	38	OK	178	simultan	Nein	Keine
29	R8 E10	22	m	38	OK	178	simultan	Nein	Keine
30	R8 E10	23	m	38	OK	178	simultan	Nein	Keine
31	R8 E10	24	m	38	OK	178	simultan	Nein	Perimplantitis
32	I9 E7	14	w	56	OK	149	sekundär	Nein	Abutmentlockering
33	I9 E7	12	w	56	OK	149	sekundär	Nein	Perimplantitis
34	I9 E7	22	w	56	OK	149	sekundär	Nein	Keine
35	I9 E7	24	w	56	OK	149	sekundär	Nein	Abutmentlockering
36	L5 L7	44	w	55	UK	132	simultan	Nein	Keine
37	L5 L7	42	w	55	UK	132	simultan	Nein	Perimplantitis
38	L5 L7	32	w	55	UK	132	simultan	Nein	Keine
39	L5 L7	34	w	55	UK	132	simultan	Nein	Keine
40	T5 --	14	w	36	OK	39	sekundär	Ja, 30/d	Keine
41	T5 --	13	w	36	OK	100	sekundär	Ja, 30/d	Implantatverlust
42	T5 --	11	w	36	OK	100	sekundär	Ja, 30/d	Implantatverlust
43	T5 --	11	w	36	OK	39	sekundär	Ja, 30/d	Keine
44	T5 --	22	w	36	OK	100	sekundär	Ja, 30/d	Implantatverlust
45	T5 --	22	w	36	OK	39	sekundär	Ja, 30/d	Keine
46	T5 --	24	w	36	OK	140	sekundär	Ja, 30/d	Keine
47	S4 E5	44	w	66	UK	234	simultan	Nein	Keine
48	S4 E5	42	w	66	UK	234	simultan	Nein	Keine
49	S4 E5	32	w	66	UK	234	simultan	Nein	Keine
50	S4 E5	34	w	66	UK	234	simultan	Nein	Keine
51	E7 M8	14	w	61	OK	248	simultan	Nein	Keine
52	E7 M8	12	w	61	OK	248	simultan	Nein	Keine
53	E7 M8	22	w	61	OK	248	simultan	Nein	Keine
54	E7 M8	24	w	61	OK	248	simultan	Nein	Keine
55	E7 M8	44	w	61	UK	248	simultan	Nein	Keine
56	E7 M8	43	w	61	UK	248	simultan	Nein	Keine
57	E7 M8	41	w	61	UK	248	simultan	Nein	Keine
58	E7 M8	32	w	61	UK	248	simultan	Nein	Zahnstein
59	R8 E7	14	w	41	OK	280	simultan	Nein	Keine
60	R8 E7	13	w	41	OK	280	simultan	Nein	Keine
61	R8 E7	11	w	41	OK	280	simultan	Nein	Keine
62	R8 E7	21	w	41	OK	280	simultan	Nein	Keine
63	R8 E7	22	w	41	OK	280	simultan	Nein	Keine
64	R8 E7	24	w	41	OK	280	simultan	Nein	Keine
65	G6 I6	14	w	37	OK	-	sekundär	Ja, 20/d	Osseointegrationsver.
66	G6 I6	12	w	37	OK	-	sekundär	Ja, 20/d	Lockerungsgrad I
67	G6 I6	22	w	37	OK	-	sekundär	Ja, 20/d	Keine
68	G6 I6	24	w	37	OK	-	sekundär	Ja, 20/d	Keine
69	G6 I6	42	w	37	UK	-	simultan	Ja, 20/d	Keine
70	S6 P8	44	w	48	UK	205	simultan	Nein	Exostose
71	S6 P8	41	w	48	UK	205	simultan	Nein	Keine
72	S6 P8	31	w	48	UK	205	simultan	Nein	Keine
73	S6 P8	34	w	48	UK	205	simultan	Nein	Keine

8 Anhang

74	R5 S7	13	w	38	OK	214	sekundär	Nein	Keine
75	R5 S7	11	w	38	OK	214	sekundär	Nein	Keine
76	R5 S7	21	w	38	OK	214	sekundär	Nein	Keine
77	R5 S7	23	w	38	OK	214	sekundär	Nein	Dehiszenz/Pusaustritt
78	L10 E9	43	w	59	UK	334	simultan	Ja, 20/d	Perimplantitis
79	L10 E9	41	w	59	UK	334	simultan	Ja, 20/d	Keine
80	L10 E9	31	w	59	UK	334	simultan	Ja, 20/d	Keine
81	L10 E9	33	w	59	UK	334	simultan	Ja, 20/d	Keine
82	R8 Z9	46	w	41	UK	179	sekundär	Ja, 20/d	Pusaustritt
83	R8 Z9	45	w	41	UK	179	sekundär	Ja, 20/d	Pusaustritt
84	R8 Z9	33	w	41	UK	179	sekundär	Ja, 20/d	Keine
85	R8 Z9	35	w	41	UK	179	sekundär	Ja, 20/d	Keine
86	R8 Z9	36	w	41	UK	179	sekundär	Ja, 20/d	Keine
87	L9 I6	46	w	56	UK	223	simultan	Nein	Perimplantitis
88	L9 I6	44	w	56	UK	223	simultan	Nein	Keine
89	L9 I6	43	w	56	UK	223	simultan	Nein	Keine
90	L9 I6	34	w	56	UK	223	simultan	Nein	Keine
91	L9 I6	35	w	56	UK	223	simultan	Nein	Keine
92	R8 H8	43	w	65	UK	298	simultan	Nein	Blutung/Entzündung
93	R8 H8	41	w	65	UK	298	simultan	Nein	Blutung/Entzündung
94	R8 H8	31	w	65	UK	298	simultan	Nein	Blutung/Entzündung
95	R8 H8	34	w	65	UK	298	simultan	Nein	Blutung/Entzündung
96	Z5 S11	43	w	67	UK	167	simultan	Nein	Keine
97	Z5 S11	42	w	67	UK	167	simultan	Nein	Keine
98	Z5 S11	41	w	67	UK	167	simultan	Nein	Keine
99	Z5 S11	31	w	67	UK	167	simultan	Nein	Keine
100	Z5 S11	32	w	67	UK	167	simultan	Nein	Keine
101	S6 E9	14	w	44	OK	200	simultan	Ja, 20/d	Keine
102	S6 E9	12	w	44	OK	200	simultan	Ja, 20/d	Keine
103	S6 E9	21	w	44	OK	200	simultan	Ja, 20/d	freiliegendes Implantat
104	S6 E9	23	w	44	OK	200	simultan	Ja, 20/d	Keine
105	I9 R14	14	w	28	OK	100	sekundär	Nein	Keine
106	I9 R14	12	w	28	OK	100	sekundär	Nein	Keine
107	I9 R14	22	w	28	OK	100	sekundär	Nein	Keine
108	I9 R14	24	w	28	OK	100	sekundär	Nein	Keine
109	R6 H8	11	w	27	OK	221	simultan	Nein	Keine
110	R6 H8	21	w	27	OK	221	simultan	Nein	Keine
111	R6 H8	22	w	27	OK	221	simultan	Nein	Keine
112	R6 H8	23	w	27	OK	221	simultan	Nein	Keine
113	R6 L6	16	w	46	OK	461	simultan	Nein	Keine
114	R6 L6	14	w	46	OK	461	simultan	Nein	Keine
115	R6 L6	12	w	46	OK	461	simultan	Nein	Keine
116	R6 L6	24	w	46	OK	461	simultan	Nein	Keine
117	R6 L6	25	w	46	OK	461	simultan	Nein	Keine
118	L5 L10	14	m	18	OK	383	simultan	Nein	Keine
119	L5 L10	11	m	18	OK	383	simultan	Nein	Keine
120	L5 L10	21	m	18	OK	383	simultan	Nein	Keine
121	L5 L10	24	m	18	OK	383	simultan	Nein	Dehiszenz
122	B8 L9	43	w	43	UK	236	simultan	Ja, 17/d	Keine
123	B8 L9	41	w	43	UK	236	simultan	Ja, 17/d	Perimplantitis
124	B8 L9	31	w	43	UK	236	simultan	Ja, 17/d	Keine
125	B8 L9	33	w	43	UK	236	simultan	Ja, 17/d	Perimplantitis
126	D7 I7	11	m	29	OK	770	simultan	Ja, 20/d	Blutung
127	D7 I7	21	m	29	OK	770	simultan	Ja, 20/d	Keine
128	D7 I7	22	m	29	OK	770	simultan	Ja, 20/d	Keine
129	A5 I9	42	m	40	UK	232	simultan	Ja, 13/d	freiliegendes Transplantat
130	A5 I9	31	m	40	UK	232	simultan	Ja, 13/d	freiliegendes Transplantat
131	A5 I9	32	m	40	UK	232	simultan	Ja, 13/d	freiliegendes Transplantat
132	A5 I9	33	m	40	UK	232	simultan	Ja, 13/d	freiliegendes Transplantat
133	T5 L7	14	w	30	OK	439	simultan	Ja, 20/d	Keine
134	T5 L7	12	w	30	OK	439	simultan	Ja, 20/d	Keine
135	T5 L7	22	w	30	OK	439	simultan	Ja, 20/d	Keine
136	T5 L7	24	w	30	OK	439	simultan	Ja, 20/d	Keine
137	T5 L7	44	w	30	UK	439	simultan	Ja, 20/d	Keine
138	T5 L7	42	w	30	UK	439	simultan	Ja, 20/d	Keine
139	T5 L7	32	w	30	UK	439	simultan	Ja, 20/d	Keine
140	T5 L7	34	w	30	UK	439	simultan	Ja, 20/d	Keine
141	D6 N5	14	w	25	OK	393	sekundär	Nein	Keine
142	D6 N5	13	w	25	OK	393	sekundär	Nein	tiefe Taschen
143	D6 N5	11	w	25	OK	393	sekundär	Nein	Keine
144	D6 N5	21	w	25	OK	393	sekundär	Nein	tiefe Taschen
145	D6 N5	23	w	25	OK	393	sekundär	Nein	tiefe Taschen
146	D6 N5	24	w	25	OK	393	sekundär	Nein	Keine
147	D6 N5	43	w	25	UK	260	simultan	Nein	Keine

148	D6 N5	41	w	25	UK	260	simultan	Nein	Keine
149	D6 N5	31	w	25	UK	260	simultan	Nein	Keine
150	D6 N5	34	w	25	UK	260	simultan	Nein	Keine
151	R8 E11	43	w	65	UK	306	simultan	Nein	Keine
152	R8 E11	42	w	65	UK	306	simultan	Nein	Keine
153	R8 E11	32	w	65	UK	306	simultan	Nein	Keine
154	R8 E11	33	w	65	UK	306	simultan	Nein	Keine
155	R9 T7	14	m	15	OK	320	simultan	Nein	Keine
156	R9 T7	23	m	15	OK	320	simultan	Nein	Keine
157	R9 T7	24	m	15	OK	320	simultan	Nein	Keine
158	R9 T7	45	m	15	UK	320	simultan	Nein	Keine
159	R9 T7	35	m	15	UK	320	simultan	Nein	Keine
160	I4 O7	21	m	32	OK	261	sekundär	Nein	Keine
161	I4 O7	23	m	32	OK	261	sekundär	Nein	Keine
162	I4 O7	25	m	32	OK	261	sekundär	Nein	Keine
163	I4 O7	26	m	32	OK	261	sekundär	Nein	Keine
164	R6 T5	44	m	16	UK	265	simultan	Nein	Keine
165	R6 T5	42	m	16	UK	265	simultan	Nein	Keine
166	R6 T5	32	m	16	UK	265	simultan	Nein	Keine
167	R6 T5	34	m	16	UK	265	simultan	Nein	Keine
168	C4 E5	12	m	17	OK	164	sekundär	Ja, 10/d	Keine
169	C4 E5	11	m	17	OK	164	sekundär	Ja, 10/d	Keine
170	C4 E5	21	m	17	OK	164	sekundär	Ja, 10/d	Keine
171	R8 E6	44	w	66	UK	310	simultan	Nein	Periimplantitis
172	R8 E6	42	w	66	UK	310	simultan	Nein	Periimplantitis
173	R8 E6	32	w	66	UK	310	simultan	Nein	Periimplantitis
174	R8 E6	34	w	66	UK	310	simultan	Nein	Periimplantitis
175	G8 E6	43	w	67	UK	267	sekundär	Nein	Keine
176	G8 E6	33	w	67	UK	267	sekundär	Nein	Keine

Tabelle 15: Urliste der allgemeinen Datenerhebung

8.5 Bildanhang

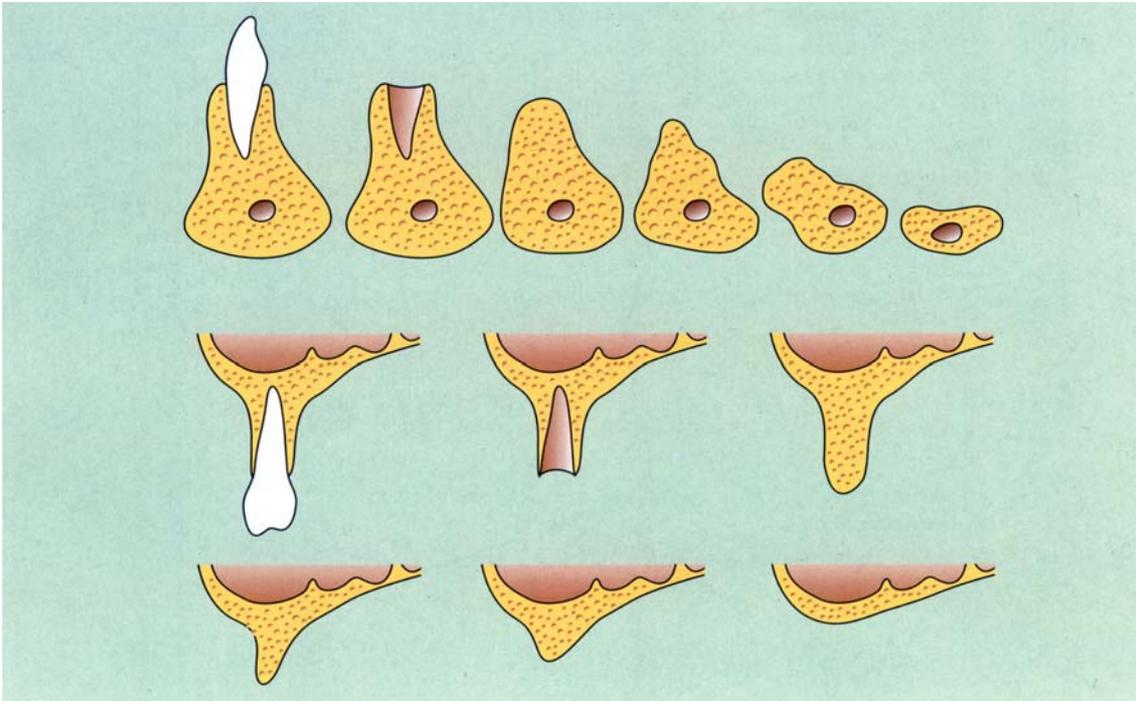


Abbildung 9: Klassifizierung der Knochenresorptionen nach CAWOOD [67]

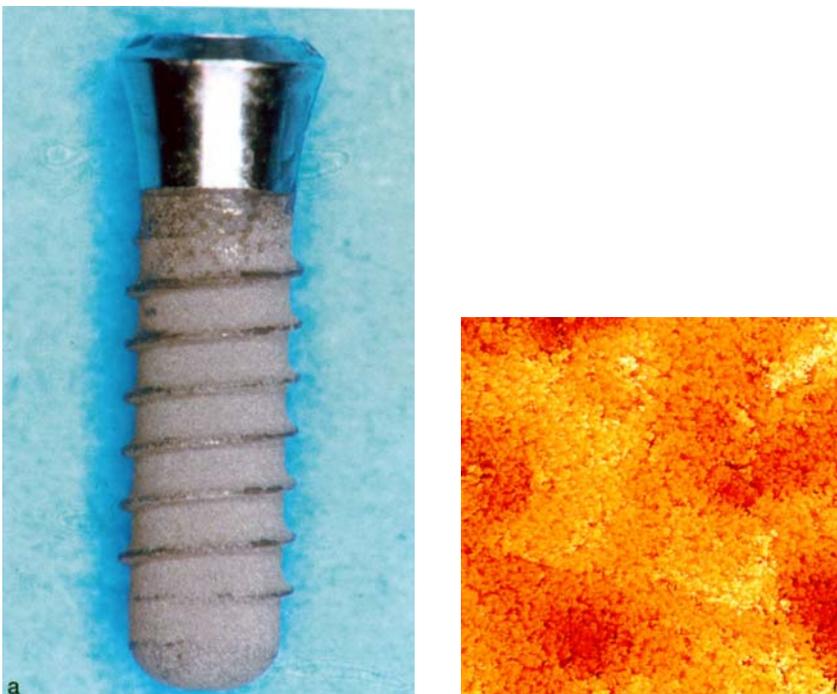


Abbildung 10: ITI®-Vollschraube mit gestrahlter SLA®-Oberfläche [89]

8.6 Danksagung

Für die Überlassung des Themas möchte ich Herrn Prof. Dr. Dr. Dr. h.c. U. Joos, Direktor der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie am Universitätsklinikum Münster, meinen herzlichen Dank aussprechen. Weiterhin danke ich Herrn Prof. Dr. Dr. J. Kleinheinz für die Betreuung sowie für die freundliche Hilfsbereitschaft bei der Bewältigung der Thematik. Für die freundliche Unterstützung bei der statistischen Auswertung richtet sich mein Dank an Herrn Dr. T. Mazzoni des Lehrstuhls für Angewandte Statistik und Methoden der empirischen Sozialforschung an der FernUniversität in Hagen. Bedanken möchte ich mich auch bei allen Ärzten, Schwestern und Mitarbeitern der Zahnklinik Münster, die mich bei der Erstellung der Arbeit unterstützt haben.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinen Eltern, Gabriele und Günter Fandel, die mir das Studium der Zahnmedizin ermöglicht haben, meinen Brüdern, Thomas, Stefan, Michael, und meiner Freundin, Ina Humpe, für das stetige Engagement bedanken.

