

Dissertation

**Die implantatprothetischen
Versorgungsmöglichkeiten des zahnlosen
Unterkiefers
unter besonderer Berücksichtigung des
marginalen Knochenverlustes um XiVE[®] Implantate**

eingereicht von

Dr. Alexander Heschl

Mat.Nr.: 0011833

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor der medizinischen Wissenschaft
(Dr. scient. med.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

**Klinischen Abteilung für Zahnersatzkunde
Universitätsklinik für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde**

unter der Anleitung von

Univ.- Prof. Dr. Martin Lorenzoni

Graz, am 09.09. 2010

.....

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 09.09.2010

.....

Danksagungen

Mein besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. Martin Lorenzoni, Herrn Univ.-Prof. Dr. Walther Wegscheider und Herrn Priv.-Doz. DDr. Michael Payer für die unermüdliche fachliche und persönliche Unterstützung bei der Erstellung dieser Dissertation.

Weiters möchte ich mich bei meinen Eltern für deren Großzügigkeit, Verständnis und Rückhalt bedanken. Ohne ihre Unterstützung wäre diese vorliegende Arbeit nicht zustande gekommen.

Zusammenfassung

Ziel: In der vorliegenden Arbeit wurden die Ergebnisse konventionell und sofort versorgter XiVE[®] S plus Implantate mittels Stegkonstruktionen und Deckprothesen im zahnlosen Unterkiefer evaluiert. Die Ergebnisse basieren auf Implantat- und prothetischen Überlebensraten, Periotest[®]-Werten, chirurgischen und prothetischen Komplikationen und dem koronalen Knochenverlust bis zu zehn Jahren nach Implantation.

Material und Methode: 69 Patienten wurden mit je vier interforaminalen Implantaten versorgt. Nach einer Einheilzeit von drei Monaten (39 Patienten) beziehungsweise unmittelbar postoperativ (30 Patienten) wurden die Hybridprothesen an den Dolder-Stegen verankert. Hauptzielgröße dieser Studie war jeweils die jährliche Evaluierung des koronalen Knochenverlustes vom Zeitpunkt der Implantation (baseline) bis maximal zehn Jahre nach Eingliederung der definitiven prothetischen Arbeit. Als Nebenzielgrößen wurden die Primärstabilitäten und die chirurgischen Komplikationen unmittelbar nach Implantation sowie die jährlichen Periotest[®]-Werte, Implantatüberlebensraten und prothetische Komplikationen definiert.

Ergebnisse: Es wurden insgesamt 276 XiVE[®] S plus Implantate mit den Durchmessern 3.8mm, 4.5mm, 5.5mm und den Längen 11mm, 13mm, 15mm gesetzt. Alle Implantate wurden mit einem Eindrehmoment von über 20 Ncm inseriert. Der mittlere gemessene Knochenverlust um die konventionell versorgten Implantate betrug baseline 0.41 mm und stieg bis zehn Jahre nach Implantation auf 1.65 mm an, respektive 0.51 mm und 1.78 mm bei den sofort versorgten Implantaten. Der mediane Periotest[®] -Wert lag bei den sofort versorgten Implantaten bei -4.25 und bei den konventionell versorgten Implantaten bei -5. Nach einem Beobachtungszeitraum von bis zu zehn Jahren trat bei der konventionell versorgten Gruppe ein Implantatverlust nach einem Monat (Überlebensrate 99.4 %) und bei den sofort versorgten Implantaten zwei Verluste (Überlebensrate 98.3 %) nach einem und nach drei Monaten auf.

Zusammenfassung: Diese Untersuchung demonstriert, dass die Versorgung dentaler Implantate mittels Dolder-Stegen im zahnlosen Unterkiefer sowohl bei den konventionell als auch bei den sofort versorgten Implantaten eine Behandlungsmethode mit ausgezeichneten Überlebensraten, exzellenten periimplantären Verhältnissen aufgrund einer starren Verblockung aller vier interforaminalen Implantaten darstellt und geringe prothetische Komplikationen mit sich bringt.

Abstract

Objective: Aim of this study was to evaluate the results of a conventional and immediate loading concept using four XiVE[®] S plus implants and Dolder-bars in the edentulous mandible. The results based on implant and prosthetic survival rates, Periotest[®] values, surgical and prosthetic complications and coronal bone loss around the implants after a period of up to 10 years of clinical function.

Materials and methods: 69 patients were treated with interforaminally placed implants and either restored after a healing period of three months (39 patients) or loaded within 1 week (30 patients) with Dolder-bars and overdentures. The primary objective of this study was to evaluate the annual radiographic bone resorption recorded from implant insertion (baseline) up to ten years after implantation. Secondary objectives were primary stability, surgical complications and Periotest[®] values after implantation, survival rates and prosthetic complications were recorded annually.

Results: Inserted implants (276 XiVE[®] S plus implants) measured 3.8 mm, 4.5 mm or 5.5 mm in diameter and 11 mm, 13 mm or 15 mm in length with an insertion torque of more than 20 Ncm. The mean coronal bone loss baseline was 0.41 mm and increased up to 1.65 mm after ten years for implants treated with conventional restoration and 0.51 mm and 1.78 mm for immediately loaded implants, respectively. The median Periotest[®] value was -4.25 for the immediate loaded implants and -5 for the conventionally treated implants. After an observation period of up to ten years, one failure was recorded after one month (survival rate 99.4 %) in the conventional loaded group and two failures (1.7 %) occurred prior to permanent restoration (1 and 3 months post insertion) in the immediate loaded group (survival rate 98.3 %).

Conclusion: The results of the present study indicate that conventional and immediate restoration of dental implants with Dolder-bars in the edentulous mandible reveals clinically predictable outcomes with stable coronal bone tissue due to a rigid splinting and minor surgical and prosthetic complications.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Prothesenlager, Knochenatrophie und Knochenvolumen	3
1.2	Knochendichte	5
1.3	Anzahl der Implantate und Art der prothetischen Versorgung.....	7
1.3.1	Retentionselement auf einem Implantat	9
1.3.2	Retentionselemente auf zwei Implantaten.....	9
1.3.3	Retentionselemente auf vier Implantaten	13
1.3.3.1	Teleskopierende Verankerungen auf vier Implantaten.....	16
1.4	Materialkundliche Aspekte von Stegversorgungen.....	16
1.5	Einfluss der Extensionslänge.....	18
1.6	Okklusionskonzepte	20
1.6.1	Zahnaufstellung	21
1.7	Die konventionelle Versorgung.....	21
1.8	Die Frühversorgung	22
1.9	Die Sofortversorgung	22
1.10	Die Erhaltungstherapie	24
2	Material und Methode	27
2.1	Patienten	27
2.2	prothetische Planung	28
2.3	chirurgisches Vorgehen	31
2.3.1	die Sofortversorgung	31
2.3.2	die konventionelle prothetische Versorgung.....	35
2.4	Bestimmung des Knochenverlustes.....	37
2.5	Primärstabilität und Periotest [®] -Werte	39
3	Statistische Analyse.....	41
4	Ergebnisse.....	41
4.1	sofort versorgte Implantate.....	41
4.2	konventionell versorgte Implantate	49
5	Diskussion	57
5.1	Knochenverlust bei sofort versorgten Implantaten.....	57
5.2	Knochenverlust bei konventionell versorgten Implantaten.....	63

6	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	69
6.1	Wesentliche Erkenntnisse dieser Untersuchung:.....	70
	Projektplan.....	71
7	Literatur	72

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Einteilung der Atrophie nach Cawood & Howell (1988).....	4
Abb. 2 Klassifikation der Knochendichte nach Lekholm & Zarb (1985).....	5
Abb. 3 Schnittbilder Regio 32/42 (I) (L = lingual, B = bukkal), Regio 34/35 (II & III) von Ulm et al. (2009).....	6
Abb. 4 strategische Implantatverteilung bei unterschiedlichen Kieferformen (Mericske- Stern et al. 2000).....	8
Abb. 5 Deckprothese auf zwei interforaminalen Implantaten und Dolder-Steg [aus Spiekermann (1994)].....	9
Abb. 6 und Abb. 7 vertikale und horizontale Kräfte [nach Rangert et al. (1989)].....	12
Abb. 8 und Abb. 9 Deckprothesen auf vier interforaminalen Implantaten und Dolder- Stegen ohne und mit Extensionen [aus Spiekermann (1994)].....	13
Abb. 10 Stegprofile [aus Spiekermann (1994)].....	14
Abb. 11 Teleskopverankerungen im zahnlosen Unterkiefer.....	16
Abb. 12 Extensionslänge in Abhängigkeit der Implantatverteilung.....	18
Abb. 13 Extensionslänge bei zwei interforaminalen Implantaten (Mericske-Stern et al. 2000).....	19
Abb. 14 potentielle Frakturstellen aus Waddell et al. (2006).....	19
Abb. 15 potentielle Frakturstellen aus Waddell et al. (2006).....	19
Abb. 16 Deckprothetische Okklusionskonzepte (Mericske-Stern et al. 2000).....	20
Abb. 17 Patientendatenblatt zur Erhebung klinischer Parameter.....	26
Abb. 18 klinische Untersuchung.....	28
Abb. 19 individualisierte Totalprothesen.....	29
Abb. 20 Unterkieferprothese aus Clear-Kunststoff.....	29
Abb. 21 anterior ausgeschliffene OP-Schablone.....	30
Abb. 22 vier interforaminale Implantate (intraoperativ).....	31
Abb. 23 Herstellung des individuellen Löffels.....	32
Abb. 24 Abformpfosten in situ.....	32
Abb. 25 Probe des individuellen Löffels.....	32
Abb. 26 Implantatabformung.....	33
Abb. 27 Kontrolle des Abdrucks.....	33
Abb. 28 Einbringen der Gingivaformer.....	33

Abb. 29 Sofortversorgung mit Steg.....	34
Abb. 30 Deckprothese mit anteriorem Reiter.....	34
Abb. 31 Einpolymerisation der posterioren Stege nach drei Monaten.....	35
Abb. 32 Anlöten der distalen Extensionen am Modell.....	35
Abb. 33 Implantateröffnung und Einbringen der Gingivaformer	36
Abb. 34 Abformpfosten.....	36
Abb. 35 Abformung mittels Repositionstechnik	36
Abb. 36 Oberkiefer und Unterkiefertotalprothese von rechts lateral	37
Abb. 37 Oberkiefer und Unterkiefertotalprothese von links lateral	37
Abb. 38 Oberkiefer und Unterkiefertotalprothese von frontal	37
Abb. 39 Kleinbildröntgen regio 32, 34, 42, 44.....	38
Abb. 40 Kalibrierung der Messlänge anhand des Implantatdurchmessers regio 42 und 44	38
Abb. 41 mesialer und distaler Knochenverlust regio 32 und 34	39
Abb. 42 Messwertskala laut Hersteller (Medizintechnik Gulden e. K., Modautal, Deutschland).....	40
Abb. 43 Anzahl der Implantatlängen in Prozent	43
Abb. 44 Anzahl der Implantatdurchmesser in Prozent.....	44
Abb. 45 Gesamtanzahl der Implantatlängen und -durchmesser	44
Abb. 46 Knochenverlustrate und Periotest [®] -Werte.....	44
Abb. 47 graphische Darstellung des marginalen Knochenverlustes mit Standardabweichung.....	45
Abb. 48 Box plot des jährlichen marginalen Knochenverlustes aller Implantate	45
Abb. 49 Knochenverlust bei anterioren und posterioren Implantaten.....	46
Abb. 50 graphische Darstellung des marginalen Knochenverlustes bei anterioren und posterioren Implantaten mit Standardabweichung	46
Abb. 51 Box plot des marginalen Knochenverlustes (anteriore und posteriore Implantate getrennt dargestellt)	47
Abb. 52 Box plot der jährlich erhobenen Periotest [®] -Werte	47
Abb. 53 Implantaterfolgsrate.....	48
Abb. 54 Kaplan-Maier-Überlebenskurve	48
Abb. 55 Anzahl der Implantatlängen in Prozent	51
Abb. 56 Anzahl der Implantatdurchmesser in Prozent.....	51
Abb. 57 Gesamtanzahl der Implantatlängen und -durchmesser	52
Abb. 58 Knochenverlustrate und Periotest [®] -Werte.....	52

Abb. 59 graphische Darstellung des marginalen Knochenverlustes mit Standardabweichung.....	52
Abb. 60 Box plot des jährlichen marginalen Knochenverlustes aller Implantate	53
Abb. 61 Knochenverlust bei anterioren und posterioren Implantaten.....	53
Abb. 62 graphische Darstellung des marginalen Knochenverlustes bei anterioren und posterioren Implantaten mit Standardabweichung	54
Abb. 63 Box plot des marginalen Knochenverlustes (anteriore und posteriore Implantate getrennt dargestellt)	54
Abb. 64 Box plot der jährlich erhobenen Periotest [®] -Werte	55
Abb. 65 Implantaterfolgsrate.....	55
Abb. 66 Kaplan-Maier-Überlebenskurve	56
Abb. 67 vier interforaminale Implantate im zahnlosen Unterkiefer (aus „All-on-4“ von Dr. Paulo Maló mit Nobel Biocare [®] Implantaten).....	60

1 Einleitung

Zahnverlust, verursacht durch eine vorangegangene chronische/ akute Parodontitis und/ oder Karies, erfordert einen adäquaten prothetischen Zahnersatz und betrifft trotz steigendem Zahngesundheitsbewusstsein und besseren Vorsorgemaßnahmen eine große Anzahl von Personen auf der ganzen Welt (Petersen et al. 2005). Die Zahl der Zahnlosen liegt in Europa bei den 64- bis 75- Jährigen zwischen 15 % und 72 % (Mojon 2003). Die Auswirkungen einer stetigen Verschiebung der demografischen Kurve, bedingt durch eine höhere Lebenserwartung, zeigen sich auch in der täglichen zahnärztlichen Praxis. Heutzutage beträgt die durchschnittliche Lebenserwartung bei Frauen in Österreich 82,1 Jahre und bei Männern 67,4 Jahre.

Dazu hat das Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ) im Jahr 2005 über 4500 Personen aller sozialen Schichten und Altersgruppen zahnärztlich untersucht, befragt und in der vierten deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS IV) statistisch erhoben und ausgewertet: Bei den 35- bis 44- Jährigen (Gruppe der Erwachsenen) leiden 52.7 % an einer mittelschweren (CPI 3 = Community Periodontal Index) und 20.5 % an einer schweren (CPI 4) Parodontitis. Seit 1997 stieg der Anteil der betroffenen Patienten um 26.9 % an. Sie führen das auf eine höhere Lebenserwartung der Patienten und ein gleichzeitig größeres Risiko an einer Parodontitis zu erkranken zurück. Wissenschaftlich sind die Ursachen noch nicht restlos geklärt. Konsumgewohnheiten (Zigarettenkonsum und Übergewicht) spielen dabei aber eine gewichtige Rolle. Ein weiteres Ergebnis dieser Studie ist, dass mehr Männer (57.2 % mittelschwere Parodontitis; 21.8 % schwere Parodontitis) als Frauen (48.2 % mittelschwere Parodontitis; 27.1 % schwere Parodontitis) an einer Parodontitis leiden.

Anders als bei den parodontiden Formen ist der Kariesindex (Decayed, Missing, Filled = DMFT) im Vergleich zum Jahr 1997 zurückgegangen (16.1 vs. 14.5). Dies wird auf den Umstand zurückgeführt, dass in den letzten Jahren weniger Zähne wegen Karies extrahiert wurden. Durchschnittlich fehlen einem Patienten in dieser Gruppe 2.7 Zähne und bei 1 % ist eine völlige Zahnlosigkeit (Ober- und Unterkiefer) diagnostiziert worden (alle waren prothetisch versorgt). 1.4 % hatten ein Implantat, jedoch waren nur 48.5 % der zu ersetzenden Zähne prothetisch versorgt.

Bei den 65- bis 74- Jährigen (Gruppe der Senioren) leiden 48 % an einer mittelschweren und 39.8 % an einer schweren Parodontitis. Dies entspricht einer Zunahme von 23.7 % im

Vergleich zum Jahr 1997. Der Kariesindex lag bei den Senioren 1997 bei 23.6 und ging bis zum Jahr 2005, wie bei den Erwachsenen, auf 22.1 zurück.

22.6 % wiesen eine totale Zahnlosigkeit auf, wobei herausnehmbarer Zahnersatz die häufigste prothetische Maßnahme darstellte. Seit 1997 stieg die Zahl der Implantatversorgungen um das Dreifache (2.6 %).

Ziel der zahnärztlichen Prothetik ist die Wiederherstellung von Funktion, Ästhetik, Mastikation und Phonetik. Der zahnlose Kiefer stellt dabei die schwierigste Form der zahnärztlichen Rekonstruktion dar, da Anhaltspunkte wie die intermaxilläre Relation, Zahnform, Zahnlänge und Okklusion nicht mehr gegeben sind. Die Zahnlosigkeit führt weiters zu einer Veränderung der neuromuskulären Funktion und einer daraus resultierenden Veränderung der Kaufunktion. 85 bis 90 % der Patienten, die eine neu angefertigte und 65 bis 75 % derer, die ältere Totalprothesen tragen, berichten von einer zufriedenstellenden Funktion ihrer Prothesen, wobei dieser Umstand eher auf die große Adaptationsbereitschaft des menschlichen Körpers als auf die Fähigkeiten der behandelnden Prothetiker zurückzuführen ist (Bellini et al. 2009, Berg 1993). Mangelnde Adaptionfähigkeit der umgebenden Gewebe, trotz einer der anatomischen Gegebenheiten individuell angepassten Totalprothese, führt oft zu nicht zufriedenstellenden Ergebnissen für den behandelten Patienten. Psychosoziale Faktoren spielen dabei nicht selten eine Rolle. Redford et al. (1996) spricht davon, dass konventionelle Totalprothesen die soziale Kontaktfreudigkeit und die Lebensqualität in Bezug auf die Zufriedenheit, die Fähigkeit Nahrung fein zu zerkleinern und das Selbstvertrauen beeinträchtigen und der Prothesenhalt, speziell im Unterkiefer nicht gegeben ist.

Die Nachfrage nach implantatprothetischen Rekonstruktionen nimmt einen immer wichtigeren Stellenwert ein. Die Effektivität von Implantaten im zahnlosen Unterkiefer wurde von systematischen Reviews dokumentiert (Esposito et al. 2007, Gallucci et al. 2009).

Emami et al. (2009) waren die Ersten, die ein systematisches Review und eine Metaanalyse, wobei nur randomisierte kontrollierte Studien inkludiert wurden, zum Thema des Einflusses von implantatprothetischen Versorgungen des zahnlosen Unterkiefers auf die Patientenzufriedenheit und Lebensqualität veröffentlichten. Zwei wesentliche Erkenntnisse zeigte diese Studie: 1. obwohl implantatgestützte prothetische Versorgungen im Vergleich zu neuen konventionellen Totalprothesen möglicherweise eine effektivere Behandlungsmethode in Bezug auf Patientenzufriedenheit und Lebensqualität darstellen,

steht die Frage des Ausmaßes dieses Effektes nach wie vor im Raum. 2. ist der Effekt von implantatprothetischen Hybridprothesen auf die Allgemeingesundheit noch nicht restlos geklärt. Zani et al. (2009) verglichen implantatgetragene Deckprothesen und fixe Versorgungen beim zahnlosen Patienten und fanden heraus, dass beide Arten von Versorgungen als gleich zufriedenstellend für die Patienten anzusehen sind und kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zu erkennen war.

1.1 Prothesenlager, Knochenatrophie und Knochenvolumen

Der Alveolarfortsatz des zahnlosen Unterkiefers ist aufgrund seines geringen Volumens besonders von der Resorption betroffen. Grundsätzlich sind zwei Resorptionstypen zu unterscheiden: 1. gleichmäßiger Abbau über den gesamten Kiefer; 2. starker Abbau entweder im anterioren oder posterioren Bereich. Zu den tragenden Strukturen des Prothesenlagers zählen: Alveolarknochen, Periost, Fettzell- und Drüsengewebe, retikuläre Zone, papilläre Zone, Basalmembran und Epithel. Die auf dem Knochen befindliche Mukosa ist dabei je nach Atrophiegrad fest verbunden. Der Knochen selbst besteht aus einem weitmaschigen spongiösen Ersatzknochen und einer umgebenden Kompakta. Bei fortgeschrittener Resorption findet eine Kompaktisierung des Alveolarfortsatzknochens statt. Ursächliche Faktoren für die Alveolarfortsatzresorption sind einerseits die Inaktivitätsatrophie und andererseits die Belastungsatrophie. Resorbiert der gesamte Alveolarknochen des Ober- und Unterkiefers (ca. 4 cm), so „verliert“ der Patient in etwa ein Drittel seiner Gesichtshöhe (Gahleitner et al. 2003). Nach jahrzehntelanger Zahnlosigkeit ist der Alveolarfortsatz im Unterkiefer nahezu resorbiert und der Knochen wird nur mehr von lockerem Bindegewebe bedeckt. Hat die Atrophie die ehemalige Lokalisation der Zahnwurzelspitzen erreicht, übernimmt die Linea obliqua des Ramus mandibulae, die Crista mylohyoidea und die Protuberantia und Spina mentalis die Tragefunktion für Totalprothesen im Unterkiefer. Ein weiterer Effekt ist, dass bei starker Atrophie die Austritte der Nn. mentalia an der Oberseite des Prothesenlagers zu liegen kommen und es bei einer Druckbelastung zu Schmerzen und Neuralgien kommen kann. Bei konventionellen Totalprothesen muss dieser Bereich ausgeschliffen werden.

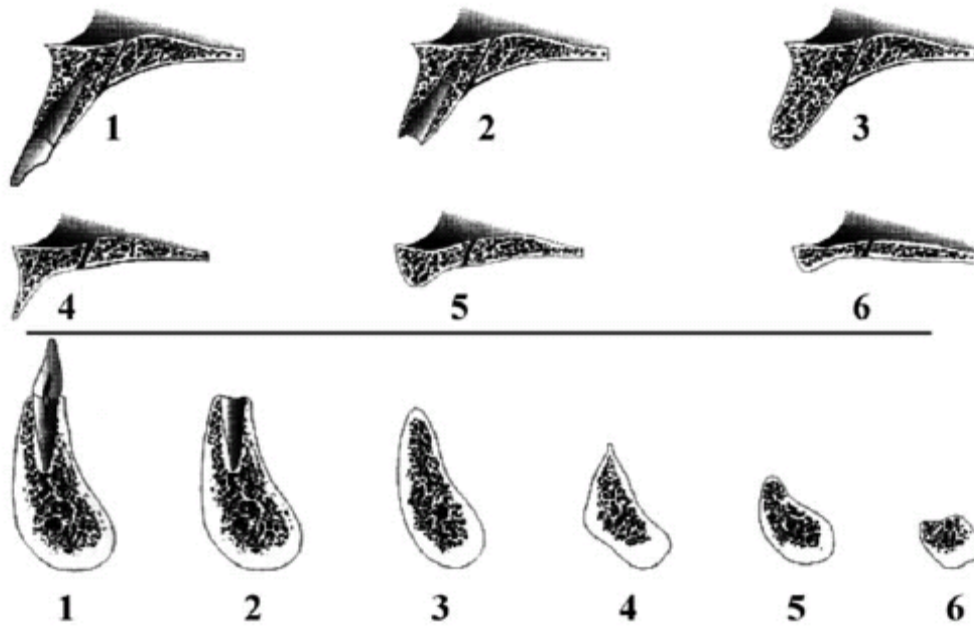


Abb. 1 Einteilung der Atrophie nach Cawood & Howell (1988)

Cawood & Howell (1988) beschrieben und klassifizierten den Knochenverlust nach Zahnverlust anhand von 300 Schädeln (Abb. 1). Sechs Resorptionsklassen können dabei für den Ober- und Unterkiefer eingeteilt werden. Sie beobachteten, dass die Basis beider Kiefer stabil bleibt, sich der Alveolarfortsatz jedoch signifikant in vertikaler und horizontaler Richtung umbaut, wobei die Resorption einem voraussagbaren Muster folgt. Nach Zahnverlust kommt es zu Umbauvorgängen bis der Alveolarprozess eine Messerschneide ähnliche Form annimmt beziehungsweise sich bis zur Basis abgebaut hat. Grundsätzlich ist Resorption ein kontinuierlicher Prozess, jedoch können auch einzelne Klassen übersprungen werden wie es beispielsweise bei einem Verlust des bukkokortikalen Knochens vorkommen kann. Das Wissen, nach welchem Muster der Knochenverlust voranschreitet, stellt in der Implantologie einen wichtigen Punkt dar, da durch Einziehungen im lingualen Bereich die Implantatposition und durch die Breite des Alveolarfortsatzes der Implantatdurchmesser bestimmt wird.

1.2 Knochendichte

Lekholm & Zarb (1985) teilten die Knochenqualität in Abhängigkeit des kortikalen und spongiösen Knochens ein (Abb. 2). Die Knochendichte ist ein entscheidender Faktor in der Implantologie, da der äußere kortikale Knochen die Primärstabilität und der innere spongiöse Knochen die Langzeitstabilität (sekundäre Stabilität) beeinflussen. Norton & Gamble (2001) und Jaffin & Bermann (1991) stellten fest, dass eine Knochendichte Klasse I eine optimale Voraussetzung für hohe Primärstabilitäten darstellt, Klasse II und III die besten Langzeitstabilitäten und der Klasse IV Knochen die meisten Frühverluste verzeichnet.



Abb. 2 Klassifikation der Knochendichte nach Lekholm & Zarb (1985)

Ulm et al. (2009) untersuchten den trabekulären Knochen des zahnlosen Unterkiefers anhand von 278 Knochenschnitten von 128 zahnlosen Unterkiefern und fanden starke Abweichungen bei ihren histomorphometrischen Parametern (Abb. 3). Das mittlere trabekuläre Knochenvolumen lag zwischen 20.9 % und 36.9 %, die durchschnittliche trabekuläre Dicke lag zwischen 165.9 und 224.7 μm und die maximale gemessene Höhe lag zwischen 16.05 und 23.42 mm. Wichtige Erkenntnisse dabei waren, dass das Knochenvolumen und die Dicke des trabekulären Knochens in der Front (I = Schnitt im Bereich des seitlichen Schneidezahns) statistisch signifikant größer waren als im Seitenzahnbereich (II = Schnitt im Bereich des ersten Prämolaren & III = Schnitt im Bereich des ersten Prämolaren). Sie führen das auf den Zustand zurück, dass Molaren tendenziell früher verloren gehen als Frontzähne und so auch die Resorptionsvorgänge und Umbauvorgänge früher ihren Anfang nehmen.

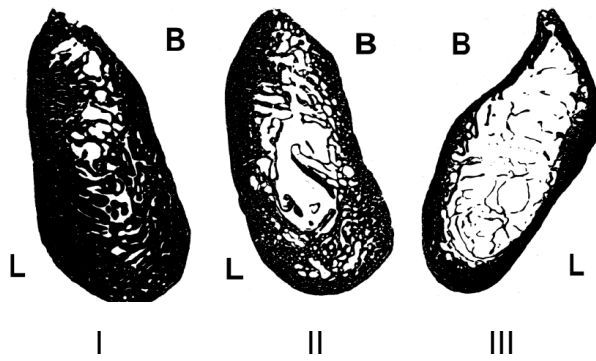


Abb. 3 Schnittbilder Regio 32/42 (I) (L = lingual, B = bukkal), Regio 34/35 (II & III) von Ulm et al. (2009)

Bergkvist et al. (2010), Ulm et al. (2009) und Turkyilmaz et al. (2008) stellten fest, dass bei unklaren Knochenverhältnissen präoperativ ein Computertomogramm (CT) angefertigt werden sollte, da dieses diagnostische Mittel die einzige Möglichkeit darstellt, die Knochendichte zu beurteilen. Turkyilmaz et al. (2008) fertigte bei 140 randomisiert ausgewählten Patienten CTs an und beurteilte die Knochendichte anhand der Hounsfield-Einheiten (HE). Die Hounsfield-Skala dient der Darstellung der Graustufen, bedingt durch die Absorption der Röntgenstrahlen in unterschiedlichen Gewebedichten (Clelland et al. 1996, Jemt & Lekholm 1998). Werte von 500 – 1500 HE werden für den Knochen üblicherweise gemessen. Die Untersuchung von Turkyilmaz et al. (2008) zeigte eine durchschnittliche Knochendichte von 927 (\pm 237) HE für den Unterkiefer-Frontbereich und 721 (\pm 291) HE für die posteriore Mandibula. Klassische Knochenklassifikationen (D1- dichte Kompaktastruktur, D2- poröse Kompaktastruktur, D3- grobkörnige Trabekelstruktur, D4- dünner Cortex und feine Trabekelstruktur) wie sie von Jaffin & Bermann (1991) eingeteilt wurden, stellen sie in Frage, da diese nur subjektiv und retrospektiv angegeben werden können, jedoch stellten Bergkvist et al. (2010) fest, dass es keinen bewährteren Index oder keine verlässlichere Klassifikation gibt.

1.3 Anzahl der Implantate und Art der prothetischen Versorgung

Zahlreiche implantatprothetische Versorgungsmöglichkeiten stehen heutzutage zur Rehabilitation zahnloser Patienten, in Abhängigkeit unterschiedlicher klinischer Gegebenheiten, zur Verfügung. Dabei beeinflusst die Anzahl der gesetzten Implantate im zahnlosen Kiefer die Art der prothetischen Versorgung und unterschiedliche prothetische Materialtechnologien und Designs spielen bei der Auswahl der Implantatposition und Implantatanzahl eine wichtige Rolle (Szmukler-Moncler et al. 2000).

beeinflussende Faktoren:

- Atrophiegrad
- Implantatlokalisierung und Achse
- Funktion
- Phonetik
- Gesichtsdimensionen
- Gegenbezaehlung
- Intermaxilläre Dimension
- Okklusion
- Ästhetik

Das Ziel einer Implantation im zahnlosen Kiefer ist es, herausnehmbare konventionelle Totalprothesen zu vermeiden, um eine stabile Bezaehlung herzustellen oder bestehende Totalprothesen mittels Implantaten zu verankern. Grundsätzlich ist zu erwähnen, dass für festsitzende Versorgungen mehr Implantate notwendig sind als für deckprothetische Rehabilitationen, wobei anatomische Strukturen und finanzielle Möglichkeiten der Patienten limitierende Faktoren darstellen. Im Gegensatz zum zahnlosen Oberkiefer kann beim Unterkiefer in den meisten Fällen auf größere präimplantologische Augmentationen verzichtet werden und selbst bei massiven Atrophien eine Standardimplantation mit darauf folgender Prothetik erfolgen (Szmukler-Moncler et al. 2000).

Weiters beeinflussen die Größe, die Krümmung und die Kontur des Unterkiefers die Verteilung der Implantate. Zahlreiche Studien bestätigen, dass die interforaminale Region für eine Implantation im zahnlosen Unterkiefer zu bevorzugen ist, jedoch gehen die Meinungen auseinander, wie viele Implantate für eine adäquate Versorgung notwendig seien (Gallucci et al. 2009, Meijer et al. 2009, Visser et al. 2005). Mericske-Stern et al. (2000) empfehlen in ihrer Übersichtsarbeit drei bis vier Implantate bei hoch atrophem

Kiefern (Implantatlänge <8 mm und/oder Implantatdurchmesser < 3.3 mm) und bei V-förmigen und breiten Unterkiefern, wobei die Stegsegmente zwischen 15 mm und 25 mm lang sein sollten (Abb. 4).

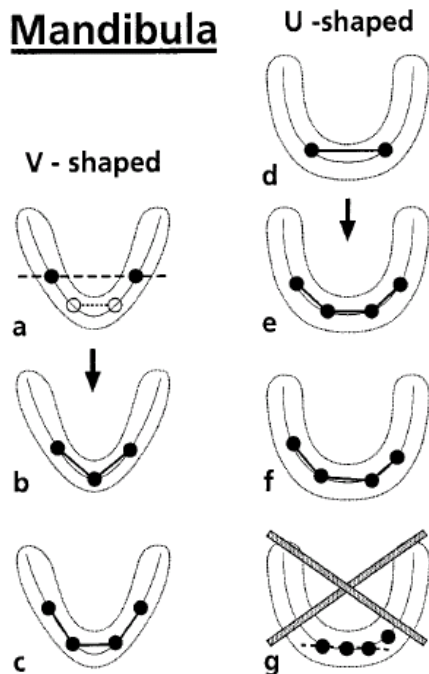


Abb. 4 strategische Implantatverteilung bei unterschiedlichen Kieferformen (Mericske-Stern et al. 2000)

Computernavigierte Planung

Eine Sonderform der implantatprothetischen Planung stellt das computergestützte navigierte Verfahren dar. Bei zahnlosen Unterkiefern wird zuerst eine ästhetische Aufstellung („Wax-up“) angefertigt um mit dem Patienten das Erscheinungsbild zu besprechen. Grundsätzlich wird bei computergestützten Verfahren „rückwärts“ (= „Backward Planning“) geplant, da bei dieser Planungsmethode die Zahnposition und nicht die Lokalisation des verfügbaren Knochens entscheidend ist („Prosthetically driven Implant Placement“) (Boskovic et al. 2000, Small 2001). Die fertiggestellte Prothese wird je nach Planungssoftware in Clear- Kunststoff mit Guttaperchapoints oder mit Bariumsulfat-Zähnen gegossen. Der Patient trägt diese Schablone während der Computertomographie, die mittels habituellem Registrat eindeutig positioniert wird. Die dabei gewonnenen DICOM- Daten dienen der computergestützten Planung unter Berücksichtigung der optimalen Implantatposition in Abhängigkeit der Zahnposition und des vorhandenen Knochens. Nach abgeschlossener Planung wird die Bohrschablone hergestellt, die während der Implantation schleimhaut- oder knochengetragen zur

Anwendung kommen kann (Arisan et al. 2010). Zu den Vorteilen dieser Behandlungsmethode zählen die verkürzte Behandlungs- und Rekonvaleszenzzeit, die Darstellbarkeit anatomisch sensibler Strukturen und die Vorhersagbarkeit des chirurgischen und prothetischen Behandlungsergebnisses (Balshi et al. 2006, Casap et al. 2005, Rosenfeld et al. 2006, Sarment et al. 2003, Simon 2002)

1.3.1 Retentionselement auf einem Implantat

Wolfart et al. (2008) und Liddelw & Henry (2007) beschreiben in ihrem Fallbericht, dass ein zentrales Implantat mit Kugelkopffattachment den Prothesenhalt optimiert, eine Verbesserung des Allgemeinzustandes und des Kaukomforts gegeben ist und die Lebensqualität verbessert wurde. Jedoch sind sie der Meinung, dass weitere Untersuchungen notwendig sind, bevor diese Methode als generelle Empfehlung weitergegeben werden kann (Alsabeeha et al. 2010, Alsabeeha et al. 2009).

1.3.2 Retentionselemente auf zwei Implantaten

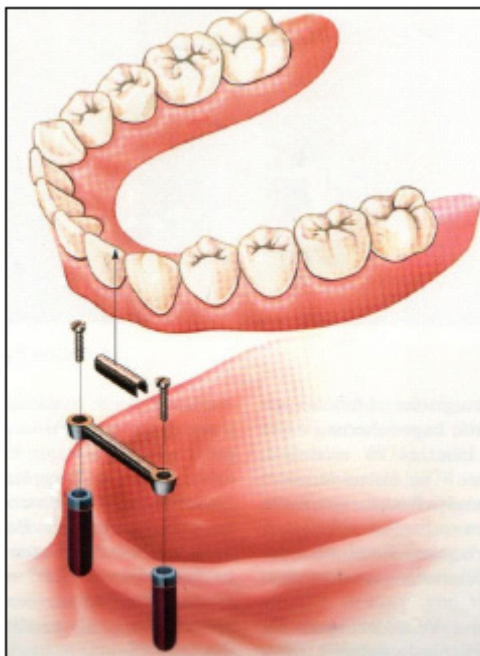


Abb. 5 Deckprothese auf zwei interforaminalen Implantaten und Dolder-Steg [aus Spiekermann (1994)]

Magnet-, Kugelkopf-, Locatorattachments sowie Teleskop-, Konuskronen und Stege stellen die möglichen und zugleich einfachsten Retentionsverbindungen zwischen zwei

Implantaten und den Deckprothesen (implant-supported mandibular overdentures = ISMOD) dar. Dabei werden die Implantate in den Regionen 33 und 43 gesetzt.

Die derzeit mit der längsten Beobachtungszeit zu findende retrospektive Studie spricht von einer Implantatüberlebensrate von 95.5 % nach einer Beobachtungszeit von 23 Jahren bei insgesamt 1051 Implantaten, wobei je zwei Implantate entweder mit einem Steg, Kugelköpfen oder Magneten versorgt wurden (Vercruyssen et al. 2010). Aber auch andere Studien beobachteten eine Implantatüberlebensrate zwischen 90 % und 98.3 % (Mericske-Stern 1990, Mericske-Stern et al. 1994, Mericske-Stern & Zarb 1993, Mombelli & Mericske-Stern 1990). Meijer et al. (2009) behandelten 90 Patienten mit je zwei interforaminalen stegverbundenen Implantaten, wobei Implantatsysteme der Firmen IMZ[®], Brånemark[®] und ITI[®] verwendet wurden. Nach zehn Jahren lag die Überlebensrate bei den IMZ[®]-Implantaten bei 93 %, bei den Brånemark[®]-Implantaten bei 98 % und 100 % bei den ITI[®]-Implantaten und es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden.

Ellis et al. (2009) befragte 60 Patienten vor und nach Implantation bezüglich der Zufriedenheit und Verbesserung der Lebensqualität. Alle Patienten trugen für drei Monate Kugelkopf- und Magnetattachments und gaben an, dass sich deren Zufriedenheit mit implantatgetragenen Retentionssystemen im Gegensatz zu konventionellen Totalprothesen verbessert hat, jedoch im direkten Vergleich die Kugelkopfattachments in Bezug auf Prothesenstabilität, Kaufunktion und Gesamtzufriedenheit gegenüber den Magnetattachments statistisch besser abschnitten. Ein Vorteil der Magnetattachments ist der schnelle Retentionsverlust bei lateralen Krafteinflüssen und verhindert daher auch eine laterale Überbelastung der Implantate.

Gotfredsen (1997) setzte zwischen 1988 und 1993 zwei interforaminale Implantate bei 33 Patienten und versorgte diese entweder mit einem runden Steg oder mit einem Kugelkopfattachment. Nach einer Beobachtungszeit von 4 bis 5 Jahren traten 15 Kugelkopffrakturen und 26 Matrizenverluste auf. Generell war die Patientenzufriedenheit hoch, jedoch hatten die Patienten (n=7) nach Implantation Probleme mit ihren Oberkiefertotalprothesen (Unkontrollierbarkeit).

Visser et al. (2005) behandelte 30 Patienten mit zwei IMZ[®] Implantaten und weitere 30 Patienten mit vier IMZ[®] Implantaten und Rundstegen ohne distale Extensionen. Nach einer Beobachtungszeit von fünf Jahren zeigte sich ein Implantatverlust in der Patientengruppe, die mit zwei Implantaten versorgt wurden sowie ein Trend zu vermehrt auftretenden prothetischen Komplikationen (Retentionsverlust, Verlust eines Prothesenzahnes). In

beiden Gruppen steigerte sich die Patientenzufriedenheit gegenüber dem vorangegangenen totalprothetisch versorgten Zustand signifikant.

Eitner et al. (2008) verglichen Teleskop-/Konuskronenverbindungen (58 Patienten) mit Stegkonstruktionen (51 Patienten) auf zwei und mehr Implantaten bei 109 Patienten miteinander. In der Steggruppe wurden bei 16 Patienten zwei Implantate und bei 35 Patienten mehr als zwei Implantate inseriert. In der Doppelkronengruppe hatten 38 Patienten zwei und 20 Patienten mehr als zwei Implantate. Sie kamen zum Schluss, dass kein signifikanter Unterschied nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 3,4 Jahren in Bezug auf Stabilität zwischen den Gruppen bestünde, jedoch traten 19 Verluste bei ursprünglich 328 inserierten Implantaten auf.

Mericske-Stern (1990) verglich Kugelattachments auf zwei Implantaten mit Stegkonstruktionen auf drei oder vier Implantaten. Dabei kamen sie zum Schluss, dass zwei Implantate eine ebenso gute Retentionsfähigkeit für Hybridprothesen bieten wie drei oder mehr Implantate in zahnlosen Unterkiefer.

Bei den Stegversorgungen (rund bis partiell eiförmig) wirkt die Verbindung zwischen den Implantaten als Achse, um welche die Deckprothese rotiert. Dies hat eine fortschreitende Resorption im Seitenzahnbereich und eine paraaxiale Belastung der zwei Implantate zur Folge. Vertikal auftretende Kräfte führen je nach Länge des Hebelarmes entweder zu einer Zug- oder Druckbelastung an den Implantaten.

Rangert et al. (1989) fassten in ihrer Studie die auftretenden Vertikalkräfte folgendermaßen zusammen: je distaler die Kraft von der Implantatverbindungsline einwirkt, desto größer sind der Hebelarm und das Hebelmoment (Abb. 6). Ein kurzer Hebelarm b steht einem langen Hebelmoment a entgegen. Dieser Umstand kann zu einer Überbelastung der Implantate, Frakturen von Primärteilen beziehungsweise zu Frakturen von Verbindungsschrauben bei einer maximalen Belastung von 600 N führen.

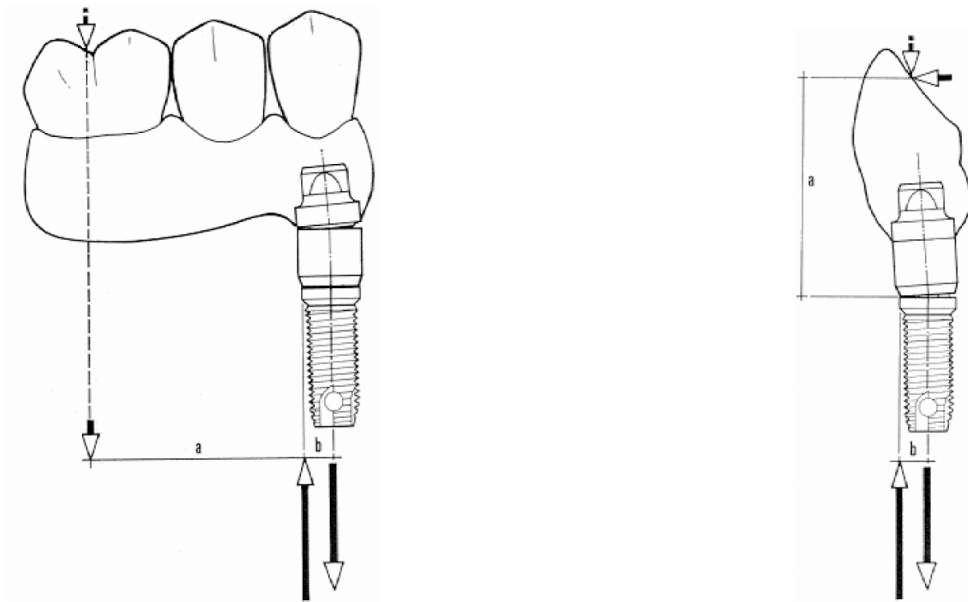


Abb. 6 und Abb. 7 vertikale und horizontale Kräfte [nach Rangert et al. (1989)]

Transversale Kräfte, die bei okklusaler Belastung entstehen, führen zu horizontalen Schubbewegungen mit unterschiedlich langen Hebelarmen und Hebelmomenten, die auf die Implantate wirken und sich im schlechtesten Fall negativ auswirken (Fraktur der Verbindungsschraube, Implantatfraktur, Implantatverlust,...) (Rangert et al. 1989) (Abb. 7).

Ebenfalls zu den transversalen Kräften zählen Spannungen, die von schlecht passenden Stegkonstruktionen bei der Verschraubung mit den Implantaten ausgehen und Mikroverformungen des Unterkiefers bei maximaler Schließ- und Öffnungsbewegung hervorrufen. Stegkonstruktionen wirken diesen Spannungen stärker entgegen als einzelne Verbindungselemente wie Kugelkopf-, Magnet- und Teleskopattachments (Menicucci et al. 1998, Menicucci et al. 1998, Setz et al. 1989, Wostmann et al. 1991).

Aufgrund dieser Faktoren ist eine implantatretinierte-deckprothetische Versorgung auf zwei Implantaten nicht als Standardprotokoll, dennoch aber als gute ökonomische und zeitsparende Alternative anzusehen (Mericske-Stern et al. 2000).

1.3.3 Retentionselemente auf vier Implantaten

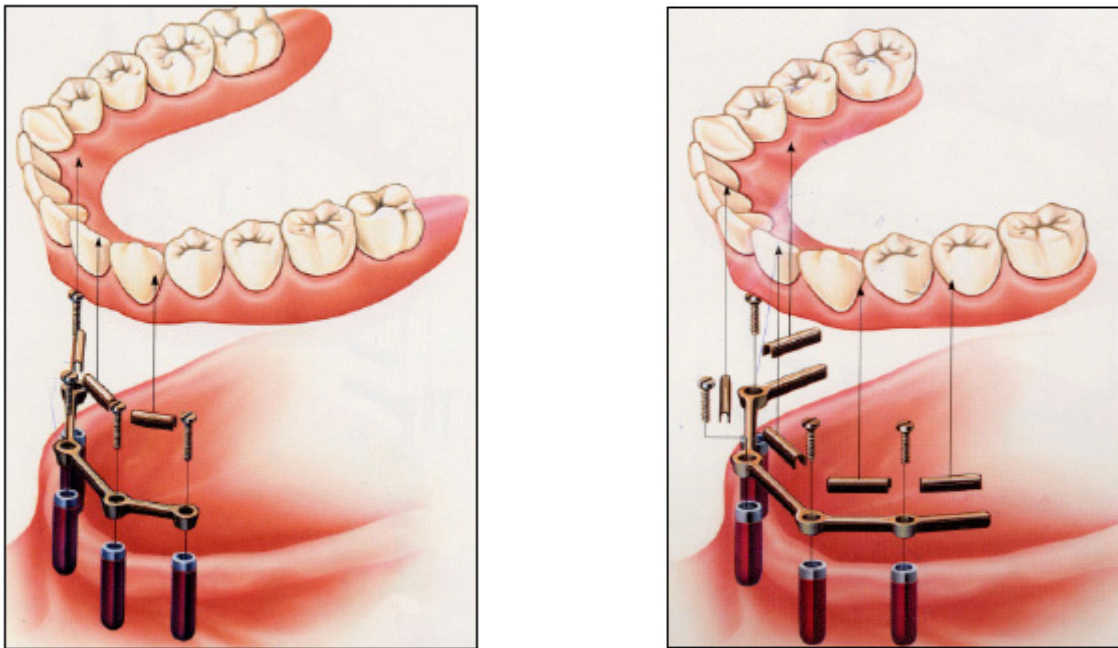


Abb. 8 und Abb. 9 Deckprothesen auf vier interforaminalen Implantaten und Dolder-Stegen ohne und mit Extensionen [aus Spiekermann (1994)]

Festsitzende und abnehmbare implantatprothetische Rehabilitationen unterschiedlicher Designs auf zumindest vier Implantaten im zahnlosen Unterkiefer haben sich seit Jahrzehnten klinisch bewährt. Stegkonstruktionen (Dolder-, Rund-, gefräster Steg mit und ohne Extensionen) und festsitzende Brückenkonstruktionen auf interforaminalen Implantaten stellen die häufigste implantatprothetische Rehabilitation des zahnlosen Unterkiefers dar und lassen im Gegensatz zu Versorgungen auf zwei Implantaten keine Rotation der Deckprothese aufgrund einer winkligen Stegkonstruktion zu (Aglietta et al. 2009, Gallucci et al. 2009, Krennmair et al. 2007, Krennmair et al. 2008, Ledermann 1979, Ledermann 1979, Lorenzoni et al. 2003, Visser et al. 2005) (Abb. 10).

Die Implantatüberlebensraten zwischen ein und zehn Jahren liegen für konventionelle implantatprothetische Versorgungen auf zwei bis vier Implantaten zwischen 97.1 % und 100 % und die prothetischen Überlebensraten liegen zwischen 88 % und 100 % (Gallucci et al. 2009). Neuere Studien besagen, dass zumindest zwei Implantate für eine abnehmbare prothetische Versorgung notwendig seien, jedoch gibt es keinen einheitlichen Konsens, welche Art der prothetischen Überkonstruktion als optimal anzusehen ist, da die Streuung der Erfolgsraten groß ist (Bryant et al. 2007). Festsitzende und abnehmbare implantatgestützte Prothesen im Unterkiefer zeigen eine vergleichbare Überlebensrate

zwischen 83 % und 100 %, wobei Versorgungen auf vier Implantaten (Implantatüberlebensrate 88.4 %) keinen signifikanten Unterschied zu sechs Implantaten (Implantatüberlebensraten 93.2 %) zeigen. In einem systematischen Review stellten Bryant et al. (2007) fest, dass die Art der Prothese die Implantaterfolgsrate und -überlebensrate nicht beeinflusst, aber die Nachsorgeintervalle differieren können.

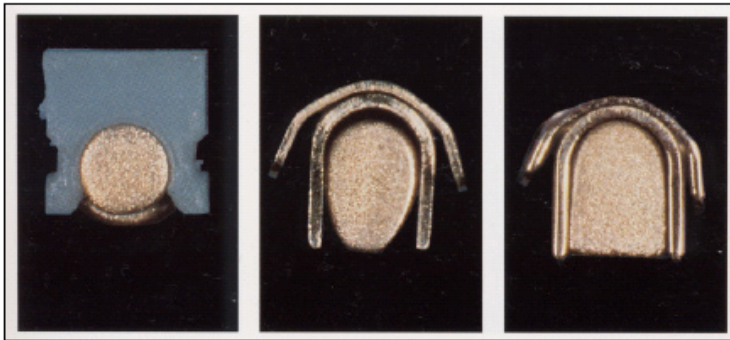


Abb. 10 Stegprofile [aus Spiekermann (1994)]

Vorteile der Stegkonstruktionen mit distalen Extensionen liegen in der reinen Implantatabstützung, wobei auf eine tegumentale Abstützung im dorsalen Bereich verzichtet werden kann. Diese Art der Versorgung ist besonders bei massiven Atrophien und hoch gelegenen Nn. mentalia zu bevorzugen. Weitere Vorteile bei deckprothetischen Rehabilitationen sind: im Vergleich zu festsitzenden Rekonstruktionen wurden weniger phonetische Probleme beobachtet (Jemt 1991, Jemt et al. 1994, Lundqvist et al. 1992) und bei einer massiven Atrophie können weite intermaxilläre Distanzen mit Kunststoff ausgeglichen werden. Oft treten bei festsitzenden Konstruktionen aufgrund „langer Zähne“ ästhetische Beeinträchtigungen auf (Mericske-Stern et al. 2000).

Krennmair et al. (2007) untersuchten 58 Patienten, die insgesamt 232 Implantate in der interforaminalen Region des zahnlosen Unterkiefers erhielten und mit einem gefrästen Steg versorgt wurden. Nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 59.2 Monaten zeigte sich bei einer Implantatüberlebensrate von 99 % ein geringes Nachsorgeintervall und sie führten das auf eine starre Verblockung der Implantate zurück. Weiters wurde von dieser Arbeitsgruppe der Unterschied zwischen runden und gefrästen Stegen auf vier Implantaten untersucht. Sie kamen zum Schluss, dass die Retentionsverankerung einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der prothetischen Nachkontrollen und Komplikationen hat. Starre

gefräste Stege zeigten weniger Ereignisse in Bezug auf Retentionsverlust und Frakturen als runde Stege (Krennmair et al. 2008).

Visser et al. (2005) sprach davon, dass kein klinischer und radiologischer Unterschied zwischen zwei und vier Implantaten während einer Beobachtungszeit von 5 Jahren festzustellen war. Jedoch ist deutlich herauszuheben, dass es bei einer Stegkonstruktion auf vier Implantaten zu keiner paraaxialen Rotationsbewegung kommt und eine starre Verblockung aller vier Implantate Überlastungen und Mikrobewegungen verhindert (Krennmair et al. 2007). Ist die Hybridprothese rein implantatgetragen, müssen zumindest drei bis vier Implantate inseriert werden (Besimo et al. 1991).

Die hohen Überlebensraten von vier interforaminalen Implantaten im zahnlosen Unterkiefer lassen sich unter anderem auf die Primärstabilität, die ihrerseits wiederum von der Implantatgeometrie und Knochenqualität und –quantität abhängig sind, zurückführen (Esposito et al. 2009, Lioubavina-Hack et al. 2006, Morris et al. 2003). Weiters ist der Zusammenhang zwischen Primärstabilität und Knochenstruktur ebenso unbestritten, wie der Unterkiefer höhere Implantatüberlebensraten als der Oberkiefer-Seitenzahnbereich aufweist (Esposito et al. 1998, Miyamoto et al. 2005, Nkenke et al. 2003). Die Entwicklung neuer Makro- und Mikrodesigns von dentalen Implantaten hat ebenso zu höherer Implantatprimärstabilität und schnellerer Osseointegration, selbst bei ungünstigen Knochenverhältnissen geführt (Lekholm & Zarb 1985; Boyan et al. 1998, 2001; Glauser et al. 2007). Im Speziellen haben neue Oberflächenstrukturen wie Mikrorauigkeit und Oberflächenbenetzungen positive Effekte auf die Osseointegration von Implantaten gezeigt (Kieswetter et al. 1996; Cochran et al. 2002; Li et al. 2002; Zöllner et al. 2007).

1.3.3.1 Teleskopierende Verankerungen auf vier Implantaten



Abb. 11 Teleskopverankerungen im zahnlosen Unterkiefer

Die Teleskoptechnik stellt eine Sonderform prothetischer Versorgungen auf vier Implantaten dar. Zu den Vorteilen zählen: bessere Zugangsmöglichkeiten für den Patienten zur häuslichen Reinigung, Selbstreinigung durch ungehinderten Speichelfluss und keine oder nur geringe Einengung des Lingualraumes, ohne dass dabei die periimplantären Verhältnisse, Periotest[®]-Werte noch die Knochenverlusten negativ beeinflusst werden (Eitner et al. 2008, Heckmann et al. 2004, Zafiropoulos & Hoffmann 2009).

1.4 Materialkundliche Aspekte von Stegversorgungen

Zur Herstellung von Stegversorgungen stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung. Grundsätzlich unterscheidet man Gusstechnologien nach dem Wachsaustriebverfahren und industriell gefertigte Verfahren.

gegossene Stege:

Mittels vorgefertigten, ausbrennbaren Wachs- bzw. Kunststoffstrukturen lassen sich Stegkonstruktionen mit präziser Passgenauigkeit, einschlussfreier Gefügehomo­genität und plaquereduzierender Politur herstellen (Wirz 1993). Dabei werden Wachs- oder Kunststoffhilfs­teile in Dolderform an ausbrennbare Kronenbasen bzw. ausbrennbare

Stegpfosten gefügt und anschließend gegossen (goldreduzierte Legierungen, Kobalt-Chrom-Legierungen, Titan). Bei Nichteinhaltung der vom Hersteller angegebenen Richtlinien wie zum Beispiel bei Temperatur (Aufwärm-, Schmelz-, Abkühlungsintervalle) und Einbettmassen kann es zu erheblichen Materialveränderungen, die die Passung auf den Implantaten beeinflussen können, kommen.

konfektionierte Stege:

Bei den Fügetechniken haben sich folgende Vorgangsweisen durchgesetzt: Löten, Schweißen (Laserschweißen und Plasmaschweißen) und Kleben. Beim Löten werden die präfabrizierten Stegsegmente (hochgoldhaltig), mittels abgestimmtem Lot, an die präfabrizierten Edelmetall-Stegpfosten (hochgoldhaltig) gefügt. Dabei stellt die Lötstelle den locus minoris resistentiae dar, der zur Korrosion neigt.

Die Laserschweißtechnik hat sich gegenüber konventionellen Lotverbindungen aufgrund der ausgezeichneten Biokompatibilität (keine korrosiven Veränderungen) durchgesetzt (Wirz 1997). Alle zahnärztlichen Legierungen und Titan lassen sich mit speziellen Lasersystemen fügen, wobei es zu einer reinen Randzonenverschmelzung, mit deutlich höheren Festigkeitswerten als bei Lotgefügen, kommt.

CAD/CAM- gefertigte Stege:

Gefräste Suprakonstruktionen aus industriell vorgefertigten, kaltverformten Kobalt-Chrom-Legierungen oder Titan haben den Vorteil, dass Spannungen und Verzüge, wie sie bei gegossenen Stegen vorkommen können, nicht auftreten, da diese Stege aus einem Stück computergesteuert gefräst werden. Weiters gibt es keine Löt- oder Schweißnähte, sodass die Gefahr von Korrosionen oder Frakturen reduziert wird.

Nach Herstellung der ästhetischen Aufstellung erfolgt die computergesteuerte Stegplanung beim Hersteller. Der Behandler erhält eine dreidimensionale Darstellung der Steggestaltung und kann gegebenenfalls Änderungen vornehmen. Nach Freigabe wird der Steg vom Hersteller gefräst, die Fertigstellung der Deckprothese erfolgt im zahntechnischen Labor des Behandlers.

1.5 Einfluss der Extensionslänge

Distale Extensionen an Stegen dienen der posterioren okklusalen Abstützung und dem Schutz der Implantate vor lateralen Krafteinwirkungen, wobei die Länge die Position des ersten Deckprothesenprämolaren nicht überschreiten sollte, da die Spannung an der Implantat-Knochenoberfläche in Abhängigkeit der Extensionslänge wie Finite-Elemente-Methoden zeigten, zunimmt (Brosky et al. 2003, Mericske-Stern et al. 2000, Nagasao et al. 2003, Sertgoz & Guvener 1996). Dabei wurde beobachtet, dass die höchste Stressbelastung um den Implantathals auftritt (Lai et al. 1998, Meijer et al. 1992).

Eine Extensionslänge von 15 mm Länge oder weniger birgt geringere prothetische Komplikationen als Cantilever, die länger als 15 mm sind beziehungsweise sind Längen von 10 bis 20 mm in Abhängigkeit der Knochenqualität akzeptabel (Naert et al. 1992, Sertgoz & Guvener 1996). Semper et al. (2010) definierten eine Extensionslänge von bis zu 12 mm als adäquate Behandlungsoption zahnloser Patienten. Andere Studien besagen, dass die Distanz der maximalen Extensionslänge (B) nicht mehr als das 1.5 fache der Distanz zwischen der Verbindung von den anterioren und posterioren Implantaten (A) betragen soll [$B/A \leq 1.5$] (Krennmair et al. 2007, McAlarney & Stavropoulos 1996) (Abb. 11).

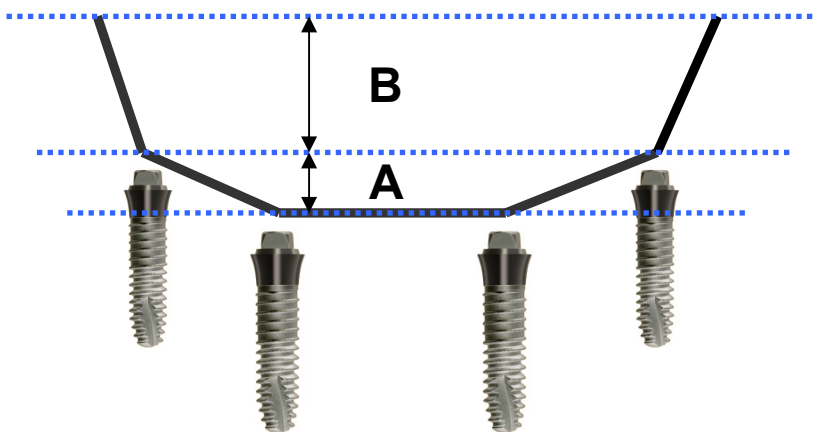


Abb. 12 Extensionslänge in Abhängigkeit der Implantatverteilung

Werden zwei Implantate mit einem Steg verbunden, [a] sollte die Extensionslänge [b] möglichst kurz sein (5-7 mm) und darf keinesfalls länger als das zentrale Segment sein [$a > b + b$] (Mericske-Stern et al. 2000) (Abb. 12).

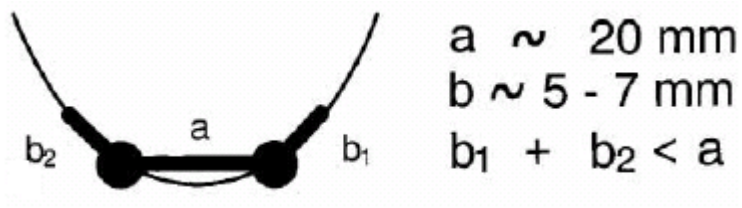


Abb. 13 Extensionslänge bei zwei interforaminalen Implantaten (Mericske-Stern et al. 2000)

Laut Waddell et al. (2006) sind sowohl der Goldzylinder als auch die daran angelötete Extensionsstelle die meistbeanspruchten Strukturen eines Steges (Abb. 13; Abb. 14). Dabei wirken Schraubbelastungen (Retentionsschraube) als auch Biegebelastungen (distale Extension) in dieser Region, wobei Biegemoment, Extensionslänge und Krafteinwirkung (durchschnittliche okklusale Kaukräfte 250 N) entscheidende Faktoren sind.

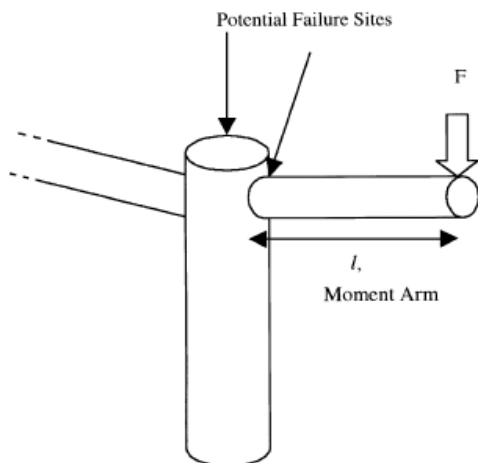


Abb. 14 potentielle Frakturstellen aus Waddell et al. (2006)

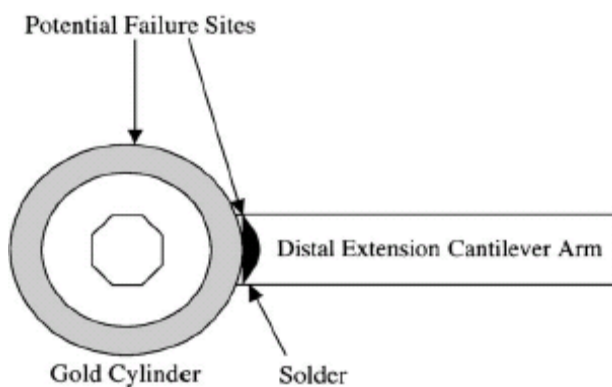


Abb. 15 potentielle Frakturstellen aus Waddell et al. (2006)

1.6 Okklusionskonzepte

Evidenzbasierte implantatprothetische Okklusionskonzepte gibt es nicht, jedoch gibt es Grundregeln, um auftretende Kräfte möglichst gleichmäßig in die Implantate zu leiten und eine Überbelastung zu vermeiden. Eine Grundregel besagt, dass je mehr Implantate vorhanden sind und je starrer die prothetische Sekundärstruktur ist, desto freier sollte die okklusale Zentrik gestaltet sein. Aus biomechanischer Sicht empfiehlt sich aber eine bilateral balancierte Okklusion (= simultan bilaterale oder posterior-anterior äquilibrierte Okklusion) mit zentrischen Kontakten, um eine gleichmäßige Kraftverteilung sowohl auf der Arbeitsseite als auch auf der Nichtarbeitsseite wie sie bei der konventionellen Totalprothetik zum Einsatz kommt, zu gewährleisten (Gross 2008, Mericske-Stern et al. 2000) (Abb. 15).

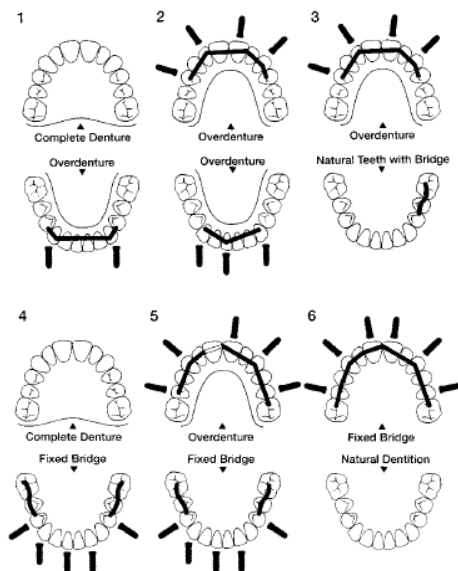


Abb. 16 Deckprothetische Okklusionskonzepte (Mericske-Stern et al. 2000)

Eine bilateral balancierte Okklusion ist bei implantatgestützten Unterkiefer Deckprothesen die entweder mit Totalprothesen oder mit implantatgestützten Hybridprothesen in Okklusion stehen, zum Schutz der Gegenbezahnung und um eine Überbelastung der Implantate zu vermeiden, indiziert (Abb.15/1; 15/2). Ein wichtiger Punkt dabei ist die Vermeidung von Balancekontakten an Cantilevern. Zwar ist eine Front-Eckzahn-Führung technisch leichter herzustellen jedoch bietet die Gruppenführung eine gleichmäßige Kraftübertragung auf die Suprastruktur und wirkt daher protektiv auf die Implantate (Abb. 15/4; 15/5; 15/6).

1.6.1 Zahnaufstellung

Folgende Kriterien sollten nach Geering & Kundert (1992) bei der Zahnaufstellung von Deckprothesen erfüllt werden:

1. muskuläres Gleichgewicht zwischen Zähnen, Zunge, Lippen und Wangen.
2. maximale Interkuspitation
3. zentrische Kontakte
4. der Unterkiefer soll aus einer maximalen Interkuspitation, bei freier anterioren Bewegung, symmetrisch nach vorne gleiten
5. die Okklusionsebene ist parallel zur Camper'schen Ebene (= vom untersten Punkt des linken und rechten Porus akusticus externus zur Spina nasalis anterior)

1.7 Die konventionelle Versorgung

Die implantatprothetische Versorgung des zahnlosen Unterkiefers wurde erstmals in den 1960ern von zwei unabhängigen Forschungsgruppen beschrieben: Prof. Schroeder, Universität Bern; Schweiz und Prof. Brånemark, Universität Göteborg; Schweden. Beide Arbeitsgruppen inserierten wurzelanaloge Titanimplantate und definierten biomechanische Voraussetzungen, die Implantate erfüllen müssen (Schroeder et al. 1981, (Brånemark et al. 1969).

Werden Implantate nach einer Einheilzeit von 2 Monaten versorgt, spricht man von einer konventionellen Versorgung (Esposito et al. 2009). Eine schleimhautgedeckte Implantateinheilzeit von fünf bis neun Monaten, wie es Brånemark für eine suffiziente Osseointegration postulierte, wurde eher von empirisch-klinischen Beobachtungen als von biologisch-histologischen Untersuchungen bestimmt (Brånemark et al. 1977). Die meisten Hersteller von zylindrischen Implantaten entwickelten darauf hin Empfehlungen, die Implantate gedeckt für drei bis sechs Monate einheilen zu lassen, wie es das Protokoll von Adell et al. (1981) vorgesehen hatte, um eine ungestörte Osseointegration zu gewährleisten, ohne dass es dabei zu einer fibrinösen Abkapselung der inserierten Implantate kommt.

Gallucci et al. (2009) sprechen in ihrem Review davon, dass sowohl für die abnehmbaren (auf zwei bis vier Implantaten) als auch für die festsitzenden (auf vier bis acht Implantaten) Rehabilitationen des zahnlosen Unterkiefers wissenschaftlich und klinisch valide Untersuchungen vorliegen. Sie beobachteten eine Implantatüberlebensrate von 97.1

% bis 100 % nach ein bis zehn Jahren und eine prothetische Überlebensrate von 88 bis 100 % bei den abnehmbaren Versorgungen. Die Implantatüberlebensrate liegt bei den festsitzenden Versorgungen zwischen 97.2 % und 98.7 % (nach drei bis zehn Jahren) und die prothetische Überlebensrate bei 100 %

Vorteile einer konventionellen Versorgung

1. ungestörte Osseointegration der Implantate
2. hohe Implantaterfolgsraten (zwischen 83 % und 100 % nach 5 Jahren (De Bruyn et al. 2008))
3. Verbesserung der Lebensqualität

Nachteile

1. zweizeitiges Vorgehen (Eröffnungsoperation) und daher erhöhte Patientenunzufriedenheit
2. schlecht sitzende provisorische Totalprothese und einhergehende Sprachprobleme mit schlechter Kaufunktion und funktionellen Problemen

1.8 Die Frühversorgung

Nach einer Einheilzeit von einer Woche bis zwei Monaten spricht man von einer Frühversorgung (Esposito et al. 2009). Gallucci et al. (2009) definierten einen Zeitraum zwischen 48 Stunden und drei Monaten, wobei bei deren Review eine Implantatüberlebensrate bei abnehmbaren Versorgungen zwischen 97.1 % und 100 % und eine prothetische Überlebensrate zwischen 82.6 % und 100 % nach ein bis zwei Jahren bei insgesamt vier Studien beobachtet wurde. Für eine abnehmbare Versorgung sind zumindest zwei Implantate in der anterioren Mandibula notwendig. Bei festsitzenden Frühversorgungen auf vier bis fünf Implantaten liegen die Implantatüberlebensraten zwischen 98.6 % und 100 % (nach 1 bis drei Jahren) und die prothetischen Überlebensraten zwischen 97.8 % und 100 %.

1.9 Die Sofortversorgung

Die Reduktion der Anzahl der chirurgischen Interventionen, sowie die Verkürzung der Zeit zwischen Implantation und prothetischer Versorgung, ohne dabei die Implantaterfolgsraten negativ zu beeinflussen, zählen zu den Hauptintentionen für eine Sofortversorgung (Testori et al. 2004).

Zahlreiche Definitionen bezüglich des Zeitpunktes einer Sofortversorgung werden in der Literatur angegeben. Werden Implantate innerhalb von 48 Stunden bis einer Woche versorgt und stehen mit der Gegenbezahnung in Kontakt, so spricht man von einer Sofortversorgung (Cochran et al. 2004, Esposito et al. 2009, Gallucci et al. 2009, Misch et al. 2004, Wang et al. 2006). Die Sofortversorgung des zahnlosen Unterkiefers wurde erstmals 1979 beschrieben (Ledermann 1979) und zu deren Vorteilen zählen Patientenkomfort, die schnelle Mastikationsfähigkeit und verbesserte Ästhetik. Nachteilig wirkt sich die Sofortversorgung auf einen möglichen Implantatverlust durch Mikrobewegungen und einen nicht vorhersagbaren Weich- und Hartgewebsverlauf aus. Die Überlebensraten bei sofort versorgten Implantaten im zahnlosen Unterkiefer liegen zwischen 88 % und 100 % (Avila et al. 2007). Gallucci et al. (2009) zeigten in ihrem Review eine Implantatüberlebensrate zwischen 96 % und 100 % und eine prothetische Überlebensrate zwischen 88.3 % und 100 % nach ein bis dreizehn Jahren für abnehmbare Rehabilitationen. Für diese Art der Versorgung sind zwei oder vier Implantate notwendig, wobei sie keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen verblockten und einzelnen Varianten feststellen konnten. Werden Implantate sofort festsitzend versorgt, so sind zumindest vier bis acht Implantate als sinnvoll anzusehen (Gallucci et al. 2009). Sie observierten eine Implantatüberlebensrate von 98 % bis 100 % mit einer prothetischen Überlebensrate von 100 % nach ein bis drei Jahren.

Die Primärstabilität wird von einigen Autoren als die wichtigste Voraussetzung für eine Sofortversorgung angegeben, da eine Mikrobewegung von Implantaten zu einer schlechteren Osseointegration und krestalem Knochenverlust führen kann (Brosky et al. 2003, Degidi & Piattelli 2005, Gapski et al. 2003, McAlarney & Stavropoulos 1996, Romanos 2004, Testori et al. 2004). Brunski (1993) und Szmukler-Moncler et al. (1998) führten an, dass sich eine Mikrobewegung von mehr als 100 µm beziehungsweise 150 µm negativ auf den Knochen-Implantatkontakt auswirkt und die Knochenheilung um Implantate beeinträchtigt ist. Eine Primärstabilität von 30 Ncm scheint daher eine unverzichtbare Voraussetzung für eine Sofortversorgung zu sein (Avila et al. 2007, Ottoni et al. 2005). Weiters wurde gezeigt, dass eine Primärstabilität von > 35 Ncm zu einem höheren Knochen-Implantatkontakt führt als Primärstabilität, die darunter liegen (Neugebauer et al. 2006).

Esposito et al. (2009) haben in ihrer systematischen Analyse der Literatur sofort-, früh- und konventionell versorgte Implantate im Hinblick auf Überlebens- und Erfolgsraten

verglichen, wobei für keinen der Parameter ein statistisch signifikanter Unterschied beschrieben wurde, war eine Tendenz zu höheren Verlustraten bei sofort- und frühversorgten im Vergleich zu konventionell versorgten Implantaten zu erkennen (Adell et al. 1990, Duyck et al. 1999). Weiters wurde eine höhere Implantatüberlebensrate für sofort versorgte Implantate im Vergleich zu früh versorgten Implantaten beschrieben (Esposito et al. 2009). De Smet et al. (2007) gaben an, dass bei ihrer prospektiven Studie früh versorgte Implantate vergleichbare Ergebnisse wie spät versorgte Implantate im zahnlosen Unterkiefer zeigten, jedoch distale Implantate in der sofort versorgten Gruppe ein höheres Risiko für Verluste zeigten.

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass die Versorgung enossaler Implantate mit Dolder-Stegen ein äußerst erfolgreiches Behandlungskonzept mit hohen Erfolgsraten darstellt. Gatti et al. (2000), Chiapasco et al. (1997) und Degidi et al. (2010) zeigten, dass die Überlebensraten von sofort versorgten Implantaten im zahnlosen Unterkiefer, die entweder mit Dolder-Stegen in U-Form oder mit festsitzenden Titangerüsten (intraoperativ gelötet) versorgt wurden, gleiche Ergebnisse wie konventionell versorgte Implantate nach erfolgreicher Osseointegration zeigten (Szmukler-Moncler et al. 2000).

Ziel dieser Untersuchung war es, die Implantatüberlebens- und prothetischen Erfolgsraten, chirurgische und prothetische Komplikationen sowie den koronalen Knochenabbau von 120 (30 Patienten) sofort- und 156 (39 Patienten) konventionell stegprothetisch versorgten Implantaten über einen Zeitraum von bis zu zehn Jahren nach Implantation zu evaluieren und statistisch auszuwerten.

1.10 Die Erhaltungstherapie

Regelmäßige Kontrolluntersuchungen stellen einen der wichtigsten Punkte für die Langzeitstabilität implantatprothetischer Versorgungen dar. Dabei sollen Weich- und Hartgewebsverhältnisse, Mundhygieniezustand und Okklusion überprüft werden.

Unmittelbar nach dem Einsetzen der Stegkonstruktionen werden alle Patienten einer intensiven Hygieneschulung unterzogen. Dabei wird Wert auf einen optimalen Umgang mit allen zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln (Zahnbüste, -paste, Interdentalraumbürstchen,...) gelegt. Nach zwei Wochen erfolgt eine Reevaluation und eine gegebenenfalls nötige Reinstruktion (Meijer et al. 2004). Nach sechs Monaten beziehungsweise danach jährlich, werden die periimplantären Parameter, wie unten aufgelistet, erhoben.

Um den periimplantären Weichgewebszustand beurteilen zu können werden mehrere Parameter herangezogen:

1) modifizierter Plaqueindex nach Mombelli et al. (1987):

Grad 0= keine Plaque vorhanden

Grad 1= Ansammlung von Plaque, die nur durch das Sondieren im Sulkus mit einer Sonde, nicht aber mit dem Auge sichtbar wird

Grad 2= sichtbare Plaqueansammlung

Grad 3= massive Plaqueansammlung

2) Gingivaindex nach Löe & Silness (1963):

Grad 0= keine Entzündung

Grad 1= geringe Entzündung (leichte Rötung, geringe Oberflächenveränderung)

Grad 2= mäßige Entzündung (Rötung, Schwellung), Blutung bei Sondierung

Grad 3= starke Entzündung (starke Rötung und Schwellung), Spontanblutung, Ulzeration

3) Sulkus-Blutungsindex nach Mombelli et al. (1987):

Grad 0= keine Blutung auf Sondierung

Grad 1= isolierte sichtbare Blutung auf Sondierung

Grad 2= linienförmige sichtbare Blutung auf Sondierung im Sulkusbereich

Grad 3= starke Blutung auf Sondierung

4) Zahnstein:

Grad 0= nicht vorhanden

Grad 1= vorhanden

5) allgemeiner Mundhygienezustand nach Arvidson et al. (2008):

ausgezeichnet= keine Plaque und keine Entzündungszeichen

gut= Ansammlung von Plaque, die nur durch das Sondieren im Sulkus mit einer Sonde, nicht aber mit dem Auge sichtbar wird

mittelmäßig= sichtbare Plaqueansammlung im Mundhöhlenbereich

mangelhaft= massive Plaqueansammlung und Entzündungszeichen

**Patienten Daten
Aufkleber**

Studienname

Befunder

Datum

Tag	Monat	Jahr	

Pat Name/NR

OP-Datum

Follow up/ Jahre

Implantat position	44	42	32	34																
Durchm																				
Länge																				
SBI																				
mPI																				
GOHH																				
PTV																				
MBL m																				
MBL d																				
Pat.Zufriedenheit	Komfort	Ästhetik	Mastikation	allg. Zufriedenheit																
	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 15px; height: 15px;">1</td><td style="width: 15px; height: 15px;">2</td><td style="width: 15px; height: 15px;">3</td><td style="width: 15px; height: 15px;">4</td></tr> </table>	1	2	3	4	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 15px; height: 15px;">1</td><td style="width: 15px; height: 15px;">2</td><td style="width: 15px; height: 15px;">3</td><td style="width: 15px; height: 15px;">4</td></tr> </table>	1	2	3	4	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 15px; height: 15px;">1</td><td style="width: 15px; height: 15px;">2</td><td style="width: 15px; height: 15px;">3</td><td style="width: 15px; height: 15px;">4</td></tr> </table>	1	2	3	4	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 15px; height: 15px;">1</td><td style="width: 15px; height: 15px;">2</td><td style="width: 15px; height: 15px;">3</td><td style="width: 15px; height: 15px;">4</td></tr> </table>	1	2	3	4
1	2	3	4																	
1	2	3	4																	
1	2	3	4																	
1	2	3	4																	
Komplikationen																				
Art d. Versorgung																				

Sulcus bleeding index (SBI)

- Score Criteria
- 0 No bleeding when a periodontal probe is passed along the mucosal margin adjacent to the implant
 - 1 Isolated bleeding spots visible
 - 2 Blood forms a confluent red line on margin
 - 3 Heavy or profuse bleeding

GOHH

- Excellent [1] = no detection of plaque and no signs of inflammation
- Good [2] = plaque only recognized by running a probe across the soft tissues/restorations/own teeth
- Fair [3] = plaque seen over all in the oral cavity by the naked eye
- Poor [4] = abundance of soft materials and signs of inflammation

mod. Plaque Index (b, l, d, m)

- Score Criteria
- 0 No plaque detected
 - 1 A film of plaque adhering to the margin of the peri-implant mucosa and adjacent area of the implant, which is visible on an explorer tip
 - 2 Moderate accumulation of soft deposits visible to the naked eye
 - 3 Abundance of soft matter within the implant area

Arvidson et al. 2008

Abb. 17 Patientendatenblatt zur Erhebung klinischer Parameter

2 Material und Methode

2.1 Patienten

Die vorliegende Studie wurde als „single-centre“ Untersuchung durchgeführt, alle Patienten willigten zur Teilnahme an der Untersuchung vor Therapiebeginn ein und das Studienprotokoll wurde von der lokalen Ethikkommission genehmigt (EK-Nummer 21-242 ex 09/10; Medizinische Universität Graz, Österreich).

Patienten, die folgende **Einschlusskriterien** erfüllten, wurden in die Studie aufgenommen:

1. Patienten mit einem Mindestalter von 18 Jahren
2. ein suffizientes Knochenangebot sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung, um Implantate von mindestens 11mm Länge und einem Durchmesser von 3.8mm verwenden zu können
3. Primärstabilität von mindestens 20Ncm
4. Einwilligung für laufende radiologische Kontrollaufnahmen

Ausschlusskriterien für diese Untersuchung waren:

1. starke Raucher (in Kombination mit anderen Risikofaktoren wie zum Beispiel: Diabetes, Osteoporose)
2. Patienten mit parafunktionellen Problemen (z.B.: Bruxismus, Kiefergelenksarthrosen,...)
3. Patienten, die unter einer unbehandelten akuten / chronischen Parodontitis und / oder Periimplantitis gelitten haben
4. Gravidität
5. vorangegangene Strahlentherapie im Kopf-Hals-Bereich
6. Notwendigkeit von Knochenaugmentationen bei Implantation (nur bei den sofort versorgten Implantaten)
7. fehlende Motivation für jährliche Kontrolluntersuchungen

Insgesamt wurden bei 69 Patienten (37 Männer, 32 Frauen) mit einem durchschnittlichen Alter von 60.9 Jahren (min 28 Jahre, max. 79 Jahre), im Zeitraum von April 2000 bis März 2008, 276 Implantate interforaminal gesetzt. Die verwendeten Implantatsysteme beider Gruppen waren XiVE[®] S plus und XiVE[®] TG, die bei den Positionen 32, 34, 42, 44 mit

den Durchmessern 3.8mm, 4.5mm, 5.5mm und den Längen 11mm, 13mm und 15mm, die von zwei Behandler (W. W., M. L.) gesetzt wurden.

2.2 *prothetische Planung*

Vor jeder Implantation erfolgt die Planung mittels zentrisch eingebauten und dem arbiträren Gesichtsbogen entsprechenden Studienmodellen im Artikulator (SAM 2), um den Atrophiegrad, die intermaxilläre Relation (Vertikaldimension) und die Größe des Zahnbogens beurteilen zu können (extraorale Untersuchung). Zur intraoralen klinischen Untersuchung zählt die Beurteilung des digitalen Orthopantomogramms (Lage des N. alveolaris inf., Austrittspunkt des N. mentalis, anteriore Knochenhöhe, eventuell vorhandene Wurzelreste oder retinierte Zähne), die Gegenbezahnung, die Kontrolle der Vertikaldimension (falls eine Totalprothese bereits besteht und ob diese in weiterer Folge für eine stegprothetische-Versorgung zu verwenden ist), die Erhebung neuro-muskulärer Dysfunktionen anhand des Grazer Dysfunktionsindex, Form des Alveolarkammes, knöcherne unter sich gehende Stellen, Mukosaresilienz, Vestibulum oris und Mundboden (Abb. 16).



Abb. 18 klinische Untersuchung

Jeder Patient erhielt nach eingehender Untersuchung eine den anatomischen und physiologischen Gegebenheiten angepasste Totalprothese im Unterkiefer (Abb. 17). Je nach Bezahnung im Oberkiefer wurde zum Beispiel eine den Anforderungen entsprechende Totalprothese belassen oder mit der Unterkieferprothese neu angefertigt, es wurden elongierte Antagonisten entweder extrahiert oder eingeschliffen und anschließend prothetisch versorgt und es wurde im Speziellen darauf geachtet, dass der Oberkiefer bis zum ersten Molaren versorgt ist, um stabile Verhältnisse für den neu zu versorgenden Unterkiefer zu erhalten.



Abb. 19 individualisierte Totalprothesen



Abb. 20 Unterkieferprothese aus Clear-Kunststoff

Nach Anfertigung der Totalprothese (Basis: ProBase Hot oder Paladon 65, Frontzähne: SR Vivodent oder Magister, Molaren: SR Orthotyp oder Orthognat; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein; Heraeus Kulzer, Hanau, Deutschland) im Unterkiefer wurde diese dupliert und in Clear-Kunststoff (Palapress clear; Heraeus Kulzer, Hanau, Deutschland) gegossen (Abb. 18) . Bei dieser duplierten Prothese wurde der anteriore Bereich zwischen den zwei Foramina mentalia ausgeschliffen (Position der Implantatköpfe). Ein Zentimeter lange Silberstifte, die an den bukkalen Außenflächen der Prothesenzähne regio 32, 34, 42, 44 mit Klebewachs fixiert wurden, dienten dem Implantologen als Orientierung am

Orthopantomogramm, das unmittelbar präoperativ mit duplierter Prothese angefertigt wurde, für eine ideale Positionierung der Implantate (Abb. 19).



Abb. 21 anterior ausgeschliffene OP-Schablone

Die zweidimensionale verzerrte Darstellung der Knochenhöhe am Orthopantomogramm kann präoperativ die Auswahl der Implantatlängen erschweren. Die digitale Kalibrierung erfolgt über die 10 mm langen Silberstifte. Jedoch erhält man mit einer konventionellen radiologischen Aufnahme keine Auskunft über etwaige linguale Einziehungen, die zu Perforationen im Mundbodenbereich führen können.

Bestand die Annahme intraoperativ linguale Einziehungen vorzufinden, wurde bei dem betreffenden Patienten ein Computertomogramm angefertigt, um anhand von Querschnittsbildern ein multidimensionales Bild zu erhalten und diese zu beurteilen. Die Planung wurde somit erleichtert und erfolgte aufgrund der erhöhten Strahlenbelastung nur nach strenger Indikationsstellung.

30 Patienten (120 Implantate) wurden sofort (innerhalb von 7 Tagen) stegprothetisch versorgt (ohne Extensionen), wobei nur ein zentraler Reiter in die Hybridprothese einpolymerisiert wurde und 39 Patienten (156 Implantate) wurden unabhängig davon konventionell (3- monatige Einheilzeit) ebenso mit einem Steg (mit Extensionen) versorgt.

2.3 chirurgisches Vorgehen

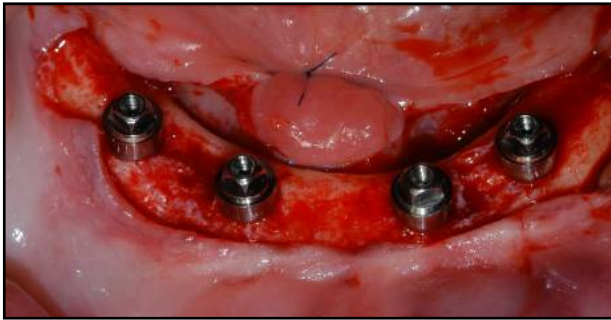


Abb. 22 vier interforaminale Implantate (intraoperativ)

Allen Patienten wurden frühestens 6 Monate nach Extraktion (Spätimplantation) ohne begleitende regenerative Maßnahmen implantiert (Abb. 20). Das chirurgische Vorgehen erfolgte unter Lokalanästhesie (ULTRACAIN Dental –forte Zylinderampullen, Sanovi-Aventis Deutschland GmbH, Germany), die Patienten wurden antibiotisch und antiphlogistisch für 4 Tage abgedeckt, wobei die Antibiose einen Tag präoperativ eingeleitet wurde. Weiters wurde den Patienten eine Chlorhexidinspülung 0.2 % (Chlorhexamed[®] Forte 0,2 %, GlaxoSmithKline GmbH & Co. KG, München, Deutschland) verschrieben, die 3 Tage vor Implantation und dann täglich für 7 Tage zur Anwendung kam. Zu Beginn wurde ein Muko-Periostlappen eleviert (krestale Incision mit vertikaler Entlastung) und mittels OP-Schablone wurde die Pilotbohrung für eine ideale Ausrichtung der Implantate durchgeführt. Das Eindrehmoment erfolgte strikt nach Herstellerangaben, mit einem Torque von über 20 Ncm (W&H[®] Implantmed, W&H Dentalwerk Bürmoos GmbH, Bürmoos, Austria). Mit einer Handratsche wurden die Implantate in die Endposition, über dem Knochenniveau gebracht (Friadent[®] ratchet, Dentsply Friadent).

2.3.1 die Sofortversorgung

Die TempBase[®] Abutments (Dentsply Friadent) wurden entfernt und Abformpfosten für eine sofortige Versorgung (30 Patienten) wurden eingebracht. Unmittelbar postoperativ wurden die Implantate mit einem individuellen Löffel und Polyether-Abformmaterial (Impregum NF, ESPE, Neuss, Germany) abgeformt (Repositionstechnik oder Pick-up-Technik) (Abb. 21-25).



Abb. 23 Herstellung des individuellen Löffels

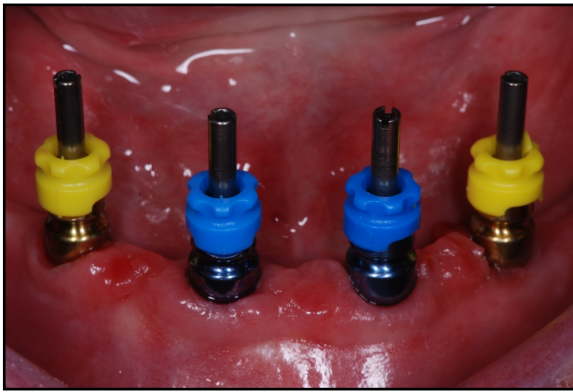


Abb. 24 Abformpfosten in situ

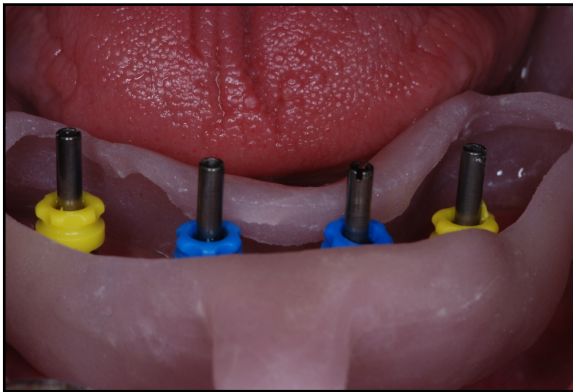


Abb. 25 Probe des individuellen Löffels

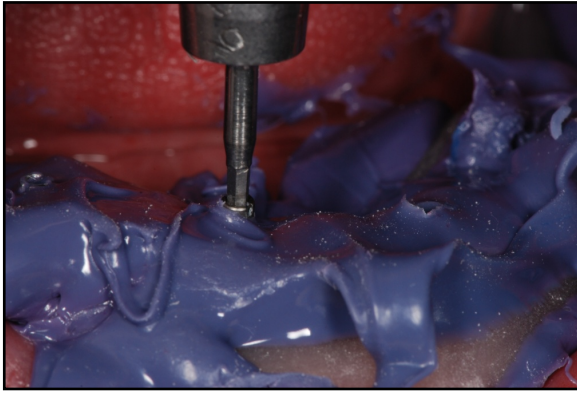


Abb. 26 Implantatabformung



Abb. 27 Kontrolle des Abdrucks

Danach wurden Gingivaformer (Gingiva Formers®, Dentsply Friadent), die über das Mukosaniveau reichen, eingebracht und die Inzisionen mit Einzelknopfnähten versorgt (Abb. 26).

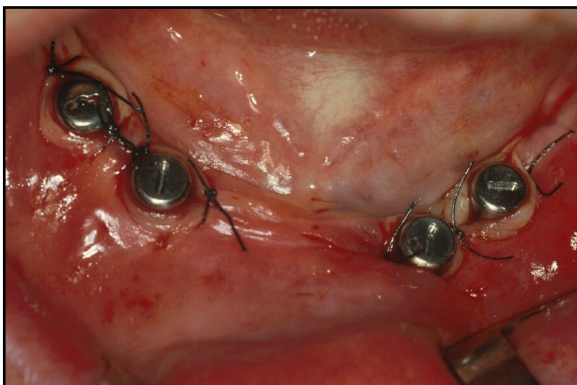


Abb. 28 Einbringen der Gingivaformer

Die bestehenden Totalprothesen wurden, für einen besseren Tragekomfort im Bereich der Gingivaformer, weichbleibend unterfüttert (SOFRELINER TOUGH, Tokuyama Dental GmbH, Altenberge, Deutschland). Nach Herstellung des Meistermodells (mit Gingivamaske) im zahntechnischen Labor und Anfertigung der Gold Dolder-Stege ohne distale Extensionen wurden diese unter Kontrolle einer spannungsfreien Passung (radiologische Aufnahme und Sheffield Test) innerhalb von 48 Stunden mit den Implantaten verschraubt (25 Ncm) (Abb. 27). Im Bereich der Dolder-Stege wurden alle Totalprothesen großzügig ausgeschliffen und es erfolgte die Einpolymerisation der anterioren Stege (Abb. 28). Nach einer Einheilzeit von drei Monaten wurden die distalen Extensionen (Länge: max. 13-15 mm) an die bestehenden Dolderstege der sofort versorgten Implantate angelötet und die entsprechenden distalen Reiter in die vorhandenen Hybridprothesen einpolymerisiert (Abb. 29, Abb. 30).

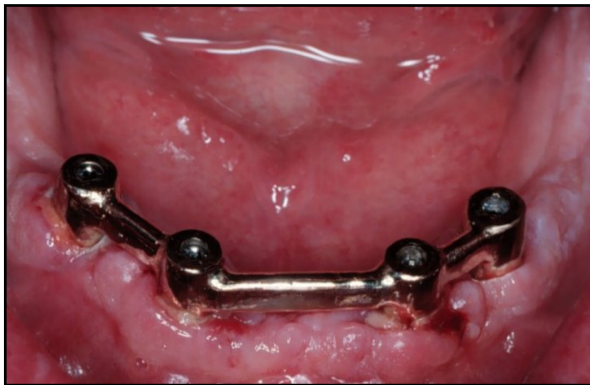


Abb. 29 Sofortversorgung mit Steg



Abb. 30 Deckprothese mit anteriorem Reiter

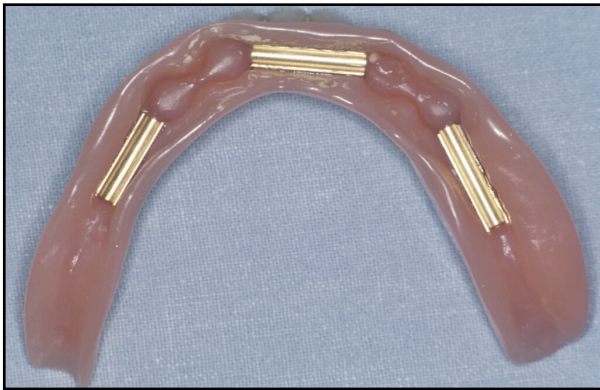


Abb. 31 Einpolymerisation der posterioren Stege nach drei Monaten



Abb. 32 Anlöten der distalen Extensionen am Modell

2.3.2 die konventionelle prothetische Versorgung

In die konventionell zu versorgenden 156 Implantate (39 Patienten) wurden postoperativ Abdeckerschrauben (unter Mukosaniveau) appliziert und es erfolgte ein dichter Wundverschluss mit Einzelknopfnähten. Die Implantate heilten drei Monate ein, wurden dann in einer Zweitoperation eröffnet und mit einem Doldersteg (mit distalen Extensionen) versorgt, wobei die prothetische Eingliederung nach demselben Schema wie bei den sofort versorgten Implantaten erfolgte (Abb. 31-36).

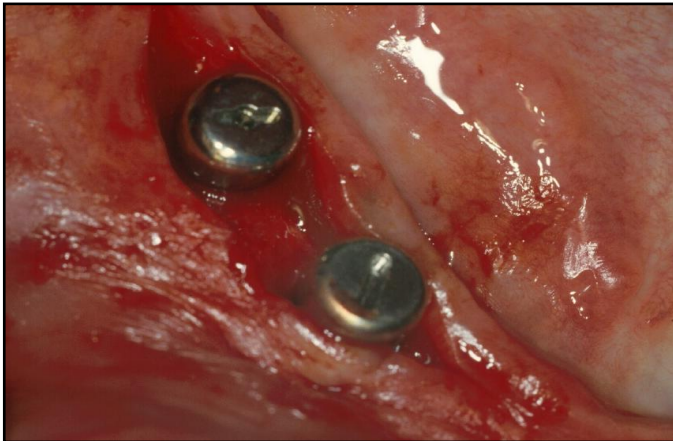


Abb. 33 Implantateröffnung und Einbringen der Gingivaformer

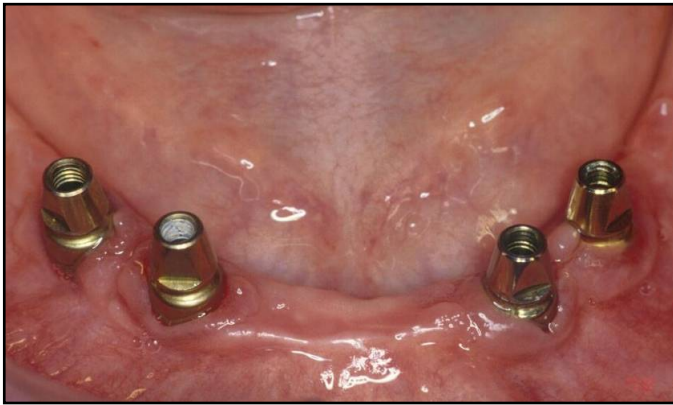


Abb. 34 Abformpfosten



Abb. 35 Abformung mittels Repositionstechnik



Abb. 36 Oberkiefer und Unterkiefertotalprothese von rechts lateral



Abb. 37 Oberkiefer und Unterkiefertotalprothese von links lateral



Abb. 38 Oberkiefer und Unterkiefertotalprothese von frontal

2.4 Bestimmung des Knochenverlustes

Alle Patienten wurden zur jährlichen Kontrolluntersuchung einbestellt, wobei Kleinbildröntgen (Sidexis Intraoral, Orthophos plus DS, Sirona Dental Systems, Bensheim, Germany) in Rechtwinkeltechnik mit einem Folien- oder Sensorhalter angefertigt wurden, um den Knochenverlust mesial und distal eines jeden Implantates messen zu können (Abb. 37).

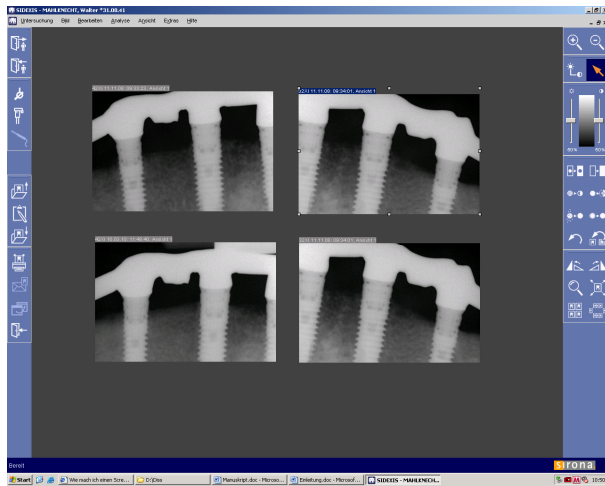


Abb. 39 Kleinbildröntgen regio 32, 34, 42, 44

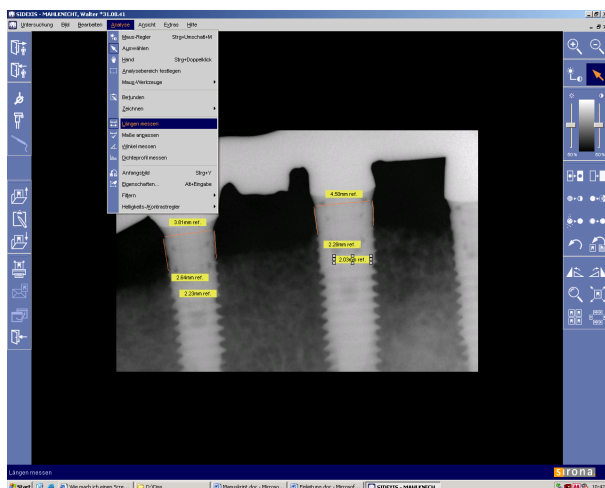


Abb. 40 Kalibrierung der Messlänge anhand des Implantatdurchmessers regio 42 und 44

Für diese spezielle Art der radiologischen Aufnahme wurde ein radiologisch-technischer Assistent (RTA) eigens eingeschult, um mögliche Fehler bei der Anfertigung auszuschließen.

Ausschlusskriterien für ein Kleinbildröntgen waren:

1. verzerrte Aufnahmen
2. marginaler Knochenverlauf nicht eindeutig beurteilbar
3. Überlagerungen von Implantatschraubenwindungen

Alle Röntgen wurden von einem kalibrierten Befunderheber (A. H.) auf ihre Lesbarkeit untersucht, vermessen und statistisch ausgewertet. Die Vermessung des Knochenverlustes

erfolgte digital unter größtmöglicher Auflösung. Es wurden die zu vermessenden Kleinbildröntgen nebeneinander gelegt und anhand des zuvor notierten Implantatdurchmessers die Messskala kalibriert (Abb. 38). Die Distanz des Knochenverlustes wurde vom Implantatreferenzpunkt bis zum marginalen Knochenrand gemessen. Gab es Überlagerungen von bukkalen und lingualen Knochenanteilen, so wurde der Referenzpunkt mittig angenommen (Abb. 39).

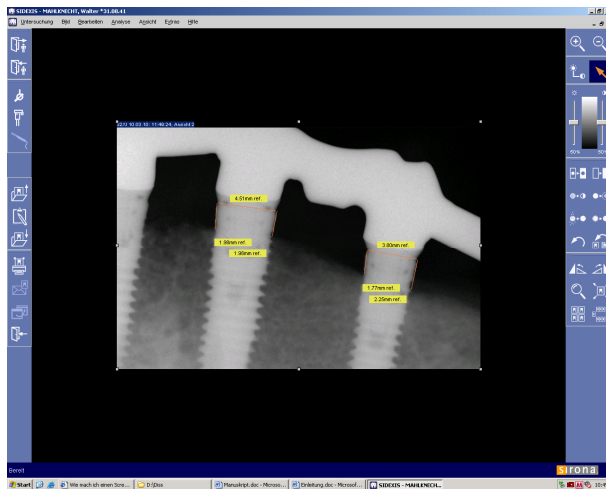


Abb. 41 mesialer und distaler Knochenverlust regio 32 und 34

Ein weiteres Ziel dieser Untersuchung war, ob es einen Unterschied zwischen den anterioren und posterioren sowohl bei den sofort versorgten als auch bei den konventionell versorgten Implantaten gibt, da einige Autoren statistisch signifikante Unterschiede observierten (Visser et al. 2005, Wismeijer et al. 1999).

2.5 Primärstabilität und Periotest[®]-Werte

Die Primärstabilität wird durch eine Kongruenz zwischen dem vorbereiteten Implantatbett und dem Implantat erzielt und wird durch das makroskopische Implantatdesign, die Knochendichte und die Operationstechnik beeinflusst (Akkocaoglu et al. 2005, Rodrigo et al. 2009, Sennerby & Meredith 2008). Wächst der Knochen um und zwischen die Implantatschrauben, spricht man von der Heilungsperiode oder beginnenden Osseointegration, der Knochen baut sich in weiterer Folge um und die sekundäre Stabilität der Implantate bildet sich aus. Um den Vorgang zwischen primärer und sekundärer

Stabilität durch ungewollte Mikrobewegungen nicht zu stören, ließ man ursprünglich alle Implantate schleimhautgedeckt einheilen. Man spricht auch von einer „two-stage-surgery“ da nach der Einheilzeit eine Zweitoperation zur Eröffnung notwendig ist. Um die funktionelle Ankylose (Osseointegration) messen zu können, müssen die Stege und Suprakonstruktionen abgenommen werden.

Periotest®-Werte	
-8 bis 0	Gute Osseointegration; das Implantat ist gut eingewachsen und kann belastet werden
+1 bis +9	Klinische Überprüfung ist erforderlich; eine Belastung des Implantats ist meist (noch) nicht möglich
+10 bis +50	Die Osseointegration ist nicht ausreichend, das Implantat darf nicht belastet werden

Abb. 42 Messwertskala laut Hersteller (Medizintechnik Gulden e. K., Modautal, Deutschland)

Bei der Periotest Messung perkutiert ein elektrisch angetriebener und elektronisch überwachter Bolzen 16 Mal das Implantat, wobei der Messvorgang ca. vier Sekunden dauert und der drucksensitive Kopf die Kontaktzeit mit dem Messobjekt misst. Je fester ein Implantat mit dem umgebenden Knochen verbunden ist, desto kürzer ist die Kontaktzeit und der erhobene Messwert (ganze Zahlen mit akustischer Hilfestellung). Jeder erhobene Messwert muss für eine objektive Beurteilung mindestens zwei Mal reproduziert werden, wobei Winkel und Abstand des Bolzens von entscheidender Bedeutung sind (Abb. 40).

Die Primärstabilitäten (Ncm) und chirurgischen Komplikationen wurden nur baseline erhoben. Periotest®-Werte (Medizintechnik Gulden e. K., Modautal, Deutschland), Überlebensraten und prothetische Komplikationen sowohl baseline als auch bei den jährlichen Untersuchung sowie eine klinische Inspektion der Hart- und Weichgewebsverhältnisse (lokale Entzündungszeichen) und die Überprüfung auf stabile okklusale Verhältnisse wurden durchgeführt.

3 Statistische Analyse

Der jährliche mittlere Knochenverlust bis zu zehn Jahre nach Implantation wurde mit dem nicht-parametrischen Brunner-Langer Test für longitudinale Daten erhoben (Brunner & Langer 1999). Ein *P*-Wert unter 0.05 wurde als statistisch signifikant angenommen. Die Datenauswertung erfolgte mit SPSS® Version 17 (SPSS, Chicago, IL) und SAS® Software Version 9.2 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Die Periotest®-Werte wurden mittels einer Box-Plot-Grafik dargestellt.

4 Ergebnisse

4.1 sofort versorgte Implantate

Insgesamt wurden 120 XiVE® S plus Implantate in der interforaminalen Region mit den Durchmessern 3.8 mm (55 Implantate = 45.83 %), 4.5 mm (57 Implantate = 47.50 %), 5.5 mm (8 Implantate = 6.67 %) und den Längen 11 mm (3 Implantate = 2.50 %), 13 mm (16 Implantate = 13.33 %), 15 mm (101 Implantate = 84.17 %) in Knochen der Qualität 1 und 2 gesetzt (Lekholm & Zarb 1985) (Abb. 41-43).

Alle Implantate wurden supracrestal (nach Herstellerangaben) gesetzt. Daher ergab sich baseline ein scheinbarer Knochenverlust von 0.51 mm (SD ± 0.29; min.: 0.00mm; max.: 1.89 mm). Nach 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8 Jahren zeigte die digitale radiologische Vermessung einen Knochenverlust von 1.26 mm (SD ± 0.51; min.: 0.00 mm; max.: 2.57 mm), 1.41 mm (SD ± 0.56; min.: 0.00 mm; max.: 2.99 mm), 1.53 mm (SD ± 0.63; min.: 0.00 mm; max.: 3.22 mm), 1.67 mm (SD ± 0.68; min.: 0.45 mm; max.: 4.21 mm), 1.73 mm (SD ± 0.74; min.: 0.45 mm; max.: 4.45 mm), 1.80 mm (SD ± 0.65; min.: 0.50 mm; max.: 3.16 mm), 1.75 mm (SD ± 0.69; min.: 0.53 mm; max.: 3.19 mm), 1.66 mm (SD ± 0.42; min.: 0.73 mm; max.: 2.35 mm) mit einer statistisch signifikanten Knochenresorption zwischen den einzelnen Jahren (LD_F1 nach Brunner-Langer). Der mittlere marginale Knochenverlust nach 9 Jahren zeigte einen Wert von 1.78 mm (SD ± 0.38; min.: 1.10 mm; max.: 2.35 mm) und 1.78 mm (SD ± 0.38; min.: 0.10 mm; max.: 2.35 mm) nach 10 Jahren, wobei der Vergleich zwischen den letzten zwei Jahren keine statistische Signifikanz aufwies ($P > 0.05$) (Abb. 44-46).

Um die anterioren mit den posterioren Implantate miteinander zu vergleichen wurde das statistische Modell F1_LD_F1 nach Brunner-Langer herangezogen, wobei auch hier keine

Signifikanz über einen Zeitraum von bis zu 10 Jahren gefunden werden konnte ($P>0.05$) (Abb. 47-49).

Baseline wurde ein Knochenverlust von 0.46 mm (SD \pm 0.27; min.: 0.00 mm; max.: 1.08 mm) bei den anterioren und 0.56 mm (SD \pm 0.30; min.: 0.00 mm; max.: 1.89 mm) bei den posterioren Implantaten gemessen. Nach 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10 Jahren zeigte sich ein Knochenabbau bei den anterioren Implantaten von 1.24 mm (SD \pm 0.54; min.: 0.00 mm; max.: 2.57 mm), 1.42 mm (SD \pm 0.58; min.: 0.00 mm; max.: 2.66 mm), 1.56 mm (SD \pm 0.66; min.: 0.00 mm; max.: 3.22 mm), 1.74 mm (SD \pm 0.74; min.: 0.49 mm; max.: 4.21 mm), 1.83 mm (SD \pm 0.82; min.: 0.49 mm; max.: 4.45 mm), 1.91 mm (SD \pm 0.72; min.: 0.64 mm; max.: 3.16 mm), 1.84 mm (SD \pm 0.83; min.: 0.65 mm; max.: 3.19 mm), 1.59 mm (SD \pm 0.60; min.: 0.73 mm; max.: 2.35 mm), 1.76 mm (SD \pm 0.55; min.: 1.10 mm; max.: 2.35 mm), 1.76 mm (SD \pm 0.55; min.: 1.10 mm; max.: 2.35 mm) und 1.29 mm (SD \pm 0.48; min.: 0.42 mm; max.: 2.26 mm), 1.40 mm (SD \pm 0.55; min.: 0.43 mm; max.: 2.99 mm), 1.51 mm (SD \pm 0.61; min.: 0.45 mm; max.: 3.01 mm), 1.60 mm (SD \pm 0.61; min.: 0.45 mm; max.: 0.33 mm), 1.63 mm (SD \pm 0.65; min.: 0.45 mm; max.: 3.49 mm), 1.69 mm (SD \pm 0.56; min.: 0.50 mm; max.: 3.04 mm), 1.66 mm (SD \pm 0.53; min.: 0.53 mm; max.: 2.45 mm), 1.73 mm (SD \pm 0.15; min.: 1.60 mm; max.: 1.99 mm), 1.79 mm (SD \pm 0.17; min.: 1.60 mm; max.: 2.00 mm), 1.80 mm (SD \pm 0.17; min.: 1.60 mm; max.: 2.00 mm) bei den posterioren Implantaten.

Die jährlich erhobenen Periotest[®]-Werte lagen in den ersten acht Jahren zwischen -4 und -4.5, welche in den letzten zwei Jahren auf -6 angestiegen sind (Median: -4.25). Die jährlichen Unterschiede waren statistisch nicht signifikant ($P>0.05$) (LD_F1 nach Brunner-Langer) (Abb. 44, Abb. 50).

Die postoperativen Komplikationen beschränkten sich bei diesem Patientenkollektiv auf initiale Mukosiden, die mit einer 0.2 % Chlorhexidinspülung (Chlorhexamed[®] Forte 0,2 %, GlaxoSmithKline GmbH & Co. KG, München, Deutschland) und einem 1 % Chlorhexidingel (Chlorhexamed[®] 1 %, Gel GlaxoSmithKline GmbH & Co. KG, München, Deutschland) bei dreimal täglich häuslicher Anwendung behandelt wurden (sieben Implantate bei insgesamt fünf Patienten). Dazu wurden die provisorischen Stege abgenommen, die Implantate mit Gingivaformern versorgt und die Patienten für eine tägliche Spülung und Gelapplikation unterwiesen. Nach einwöchiger Therapie verschwanden alle klinischen Zeichen einer Inflammation. Daraufhin konnte die provisorische Stegtherapie weitergeführt werden. Zwei anteriore XiVE[®] S plus Implantate mit einem Durchmesser von 3.8 mm und einer Länge von 15 mm mussten nach ein und

nach drei Monaten explantiert werden (Verlustrate 1.7 %). Nach einer Einheilzeit von zwei Monaten konnte an derselben Stelle nachimplantiert werden. In diesen Fällen konnte die provisorische Stegkonstruktion beibehalten werden, da drei Implantate eine ausreichende Stabilität geboten haben.

Zwei anteriore und zwei posteriore Implantate wurden als Implantatmisserfolge gewertet, da sie einen Knochenverlust von mehr als 2 mm und einen Anstieg der Periotest[®]-Werte innerhalb zweier Beobachtungszeiträume aufwiesen (Lorenzoni 2000). Somit betrug die Überlebensrate 98.3 % nach einer maximalen Beobachtungszeit von zehn Jahren und die Implantaterfolgsrate 95 % zwischen zwei und zehn Jahren (Abb. 51). Die Implantatüberlebensraten wurden in einer Kaplan-Maier-Überlebenskurve dargestellt (Abb.52).

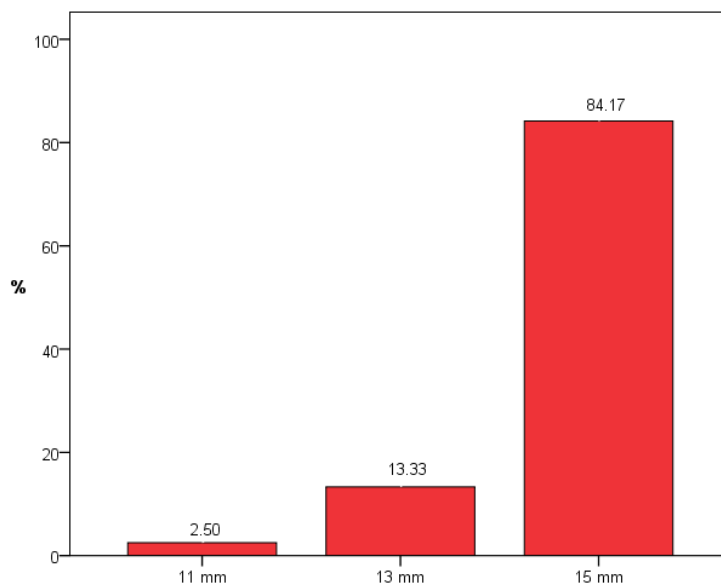


Abb. 43 Anzahl der Implantatlängen in Prozent

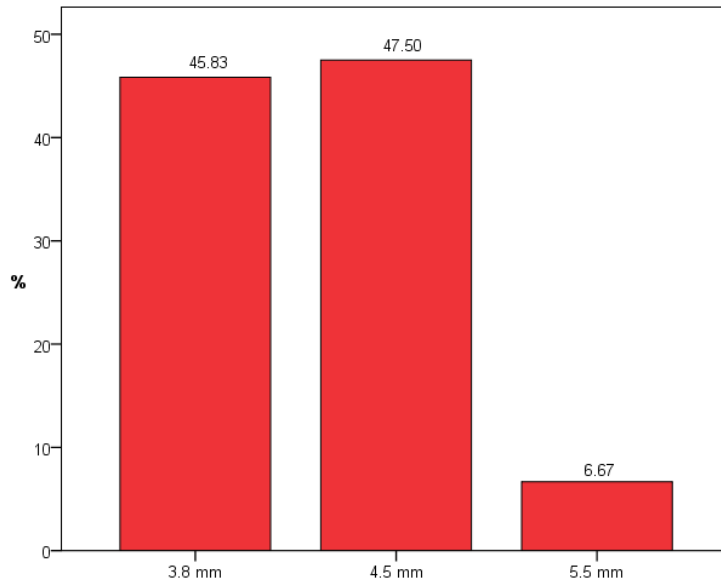


Abb. 44 Anzahl der Implantatdurchmesser in Prozent

Implant diameter (mm)	Implant length (mm)		
	11	13	15
3.8		12	43
4.5	1	2	54
5.5	2	2	4

Abb. 45 Gesamtanzahl der Implantatlängen und -durchmesser

Time (years)	bone level					PTV				
	min	max	median	mean	SD	min	max	median	mean	SD
baseline	0,00	1,89	0,50	0,51	0,29					
1	0,00	2,57	1,23	1,26	0,51	-7	-2	-4	-5,13	1,30
2	0,00	2,99	1,45	1,41	0,56	-7	-2	-4	-4,85	1,45
3	0,00	3,22	1,54	1,53	0,63	-7	-1	-4	-4,61	1,65
4	0,45	4,21	1,70	1,67	0,68	-7	-1	-4	-4,53	1,73
5	0,45	4,45	1,70	1,73	0,74	-7	-1	-4,5	-4,48	1,78
6	0,50	3,16	1,72	1,80	0,65	-7	-1	-4,5	-4,43	1,74
7	0,53	3,19	1,72	1,75	0,69	-7	-1	-4	-4,13	1,48
8	0,73	2,35	1,70	1,66	0,42	-7	-1	-4,5	-4,25	2,01
9	1,10	2,35	1,78	1,78	0,38	-7	-1	-6	-4,50	2,39
10	1,10	2,35	1,80	1,78	0,38	-7	-1	-6	-4,50	2,39

Abb. 46 Knochenverlustrate und Periotest[®]-Werte

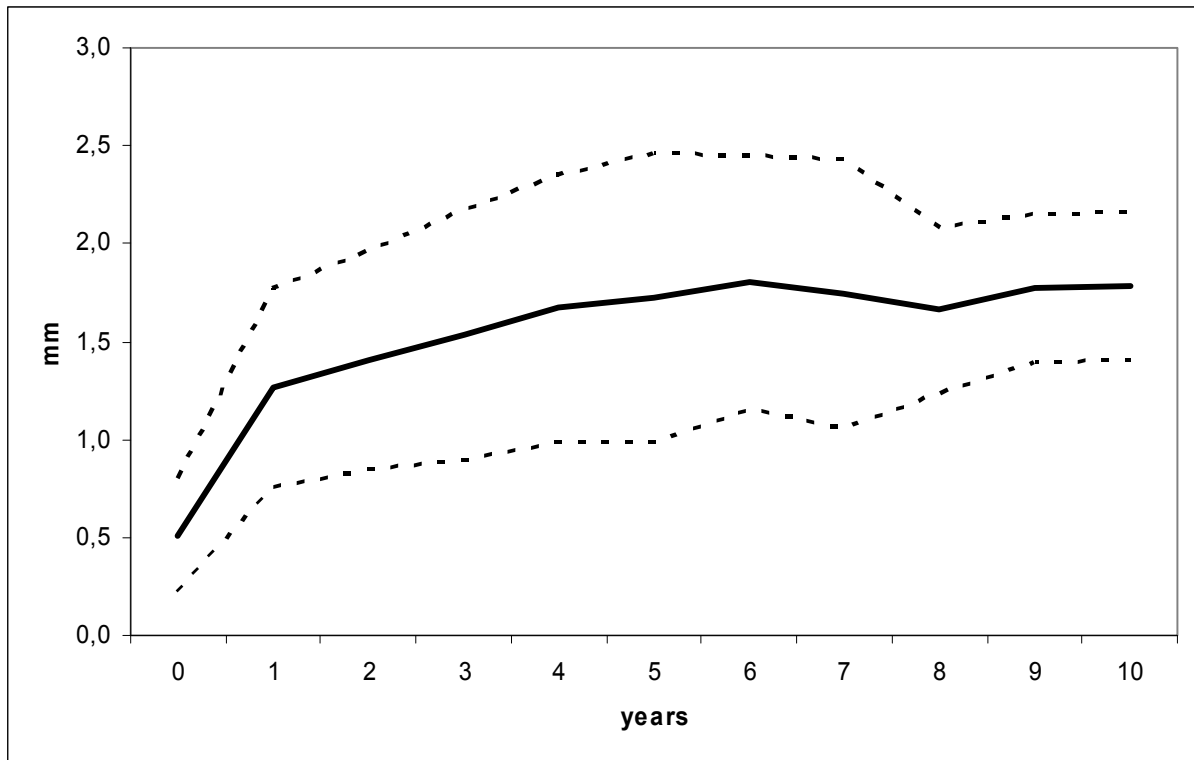


Abb. 47 graphische Darstellung des marginalen Knochenverlustes mit Standardabweichung

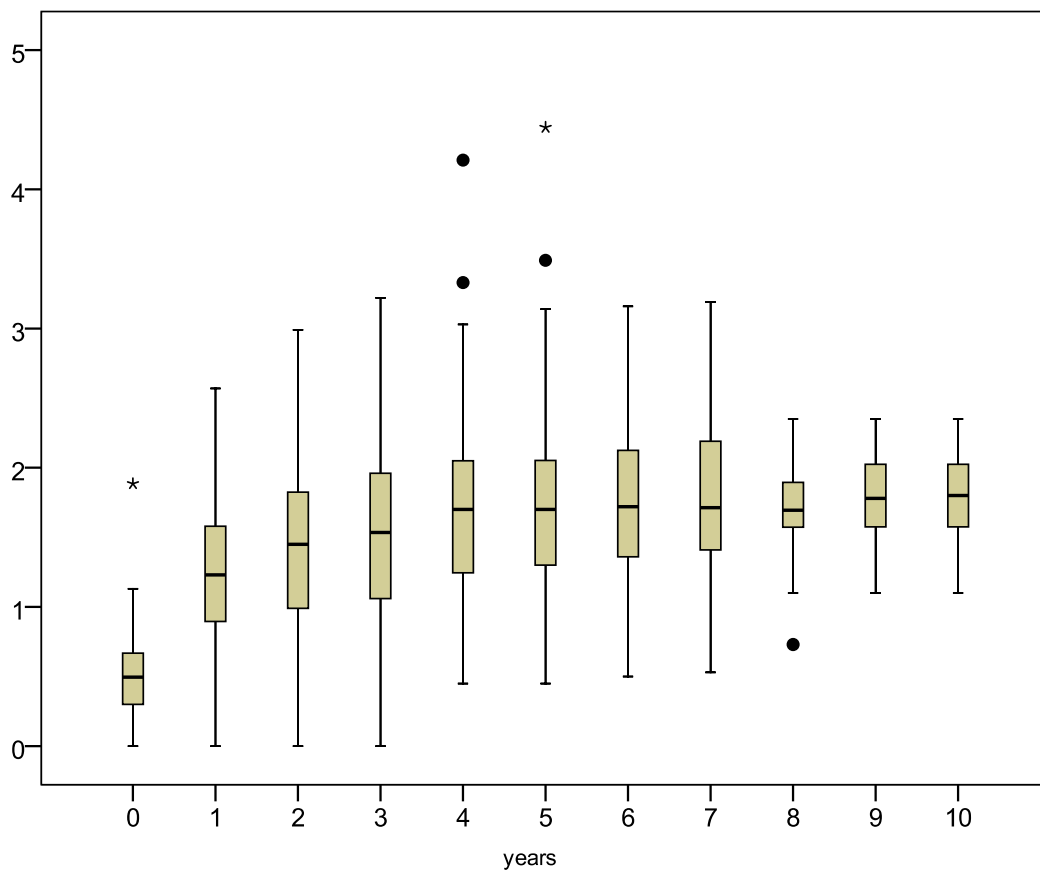


Abb. 48 Box plot des jährlichen marginalen Knochenverlustes aller Implantate

Time (years)	bone level anterior					bone level posterior				
	min	max	median	mean	SD	min	max	median	mean	SD
baseline	0,00	1,08	0,43	0,46	0,27	0,00	1,89	0,55	0,56	0,30
1	0,00	2,57	1,20	1,24	0,54	0,42	2,26	1,38	1,29	0,48
2	0,00	2,66	1,45	1,42	0,58	0,43	2,99	1,45	1,40	0,55
3	0,00	3,22	1,56	1,56	0,66	0,45	3,01	1,54	1,51	0,61
4	0,49	4,21	1,74	1,74	0,74	0,45	3,33	1,61	1,60	0,61
5	0,49	4,45	1,79	1,83	0,82	0,45	3,49	1,65	1,63	0,65
6	0,64	3,16	1,84	1,91	0,72	0,50	3,04	1,65	1,69	0,56
7	0,65	3,19	1,77	1,84	0,83	0,53	2,45	1,67	1,66	0,53
8	0,73	2,35	1,67	1,59	0,60	1,60	1,99	1,70	1,73	0,15
9	1,10	2,35	1,80	1,76	0,55	1,60	2,00	1,78	1,79	0,17
10	1,10	2,35	1,80	1,76	0,55	1,60	2,00	1,80	1,80	0,17

Abb. 49 Knochenverlust bei anterioren und posterioren Implantaten

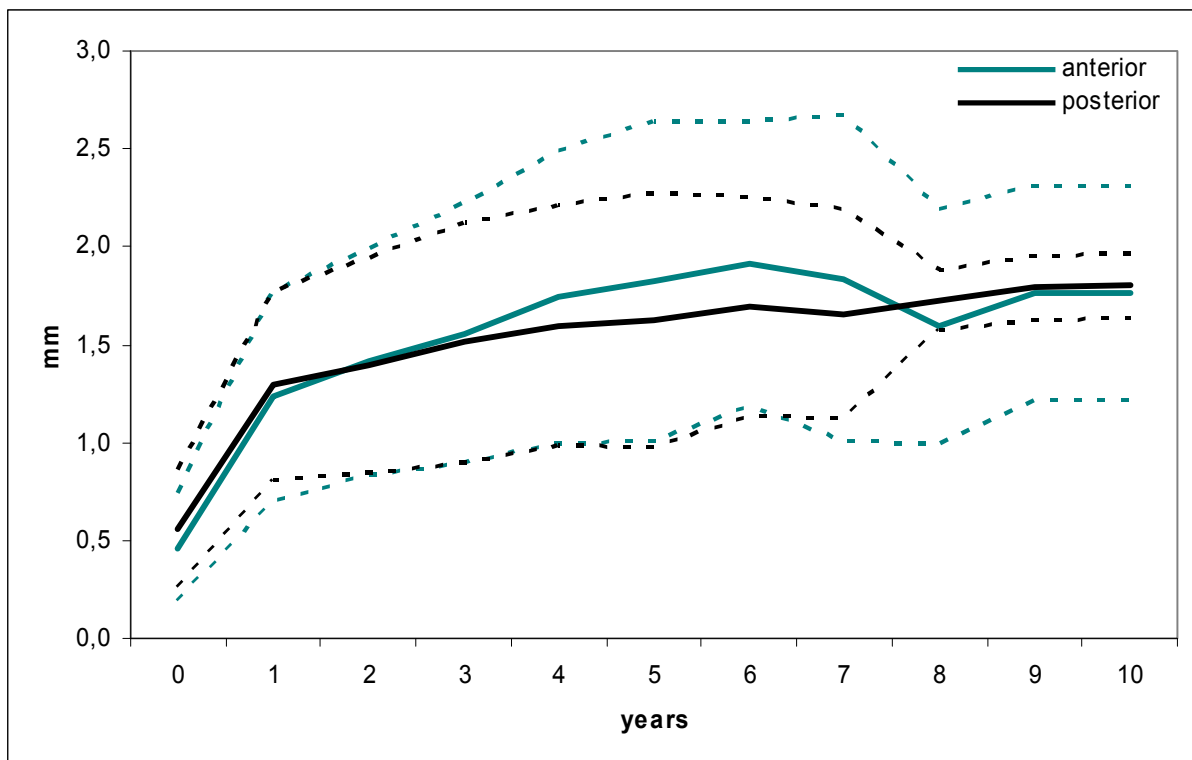


Abb. 50 graphische Darstellung des marginalen Knochenverlustes bei anterioren und posterioren Implantaten mit Standardabweichung

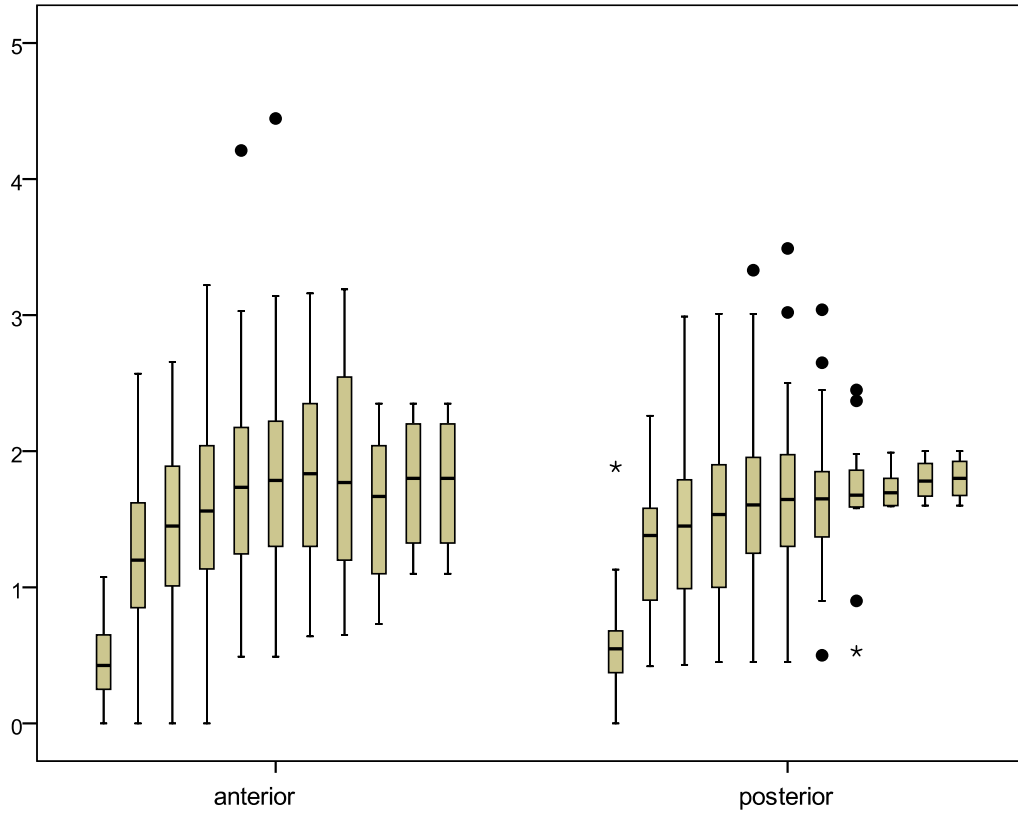


Abb. 51 Box plot des marginalen Knochenverlustes (anteriore und posteriore Implantate getrennt dargestellt)

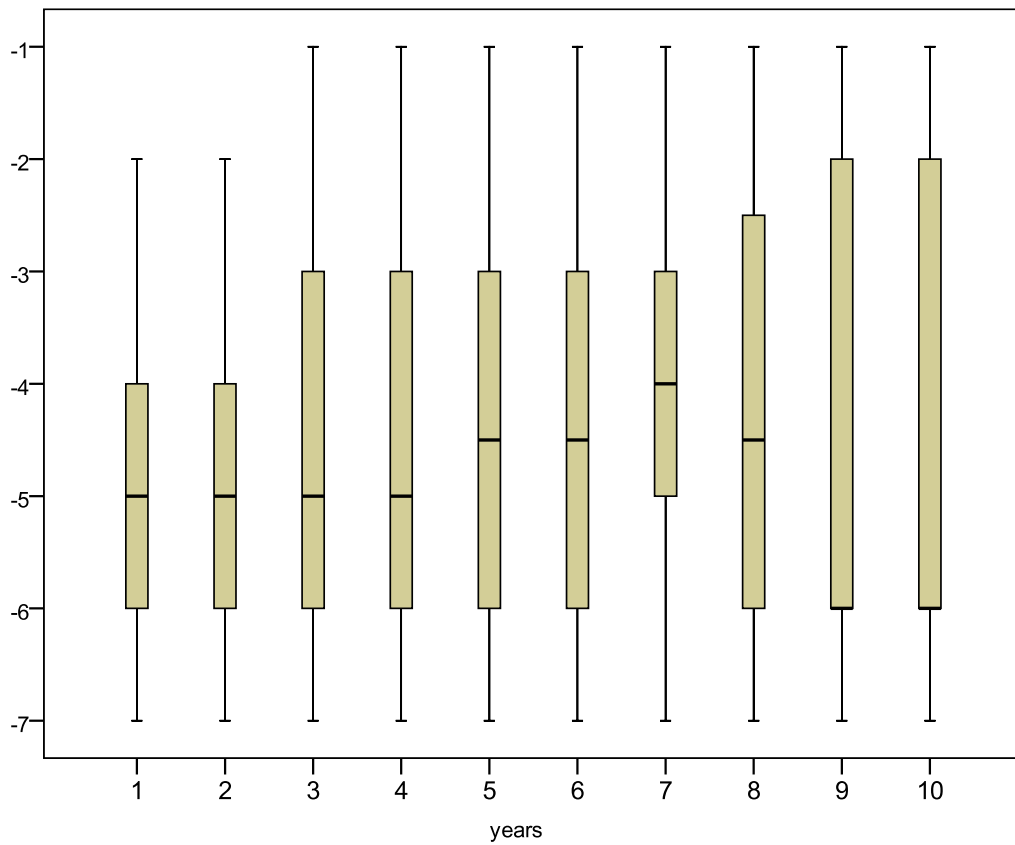


Abb. 52 Box plot der jährlich erhobenen Periostest®-Werte

Time (years)	Implants	failed	losses	Cumulative success rate
baseline	120	0	0	100%
1	120	0	2	98,3%
2	120	4	0	95,0%
3	120	0	0	95,0%
4	104	0	0	95,0%
5	84	0	0	95,0%
6	44	0	0	95,0%
7	24	0	0	95,0%
8	12	0	0	95,0%
9	8	0	0	95,0%
10	8	0	0	95,0%

Abb. 53 Implantaterfolgsrate

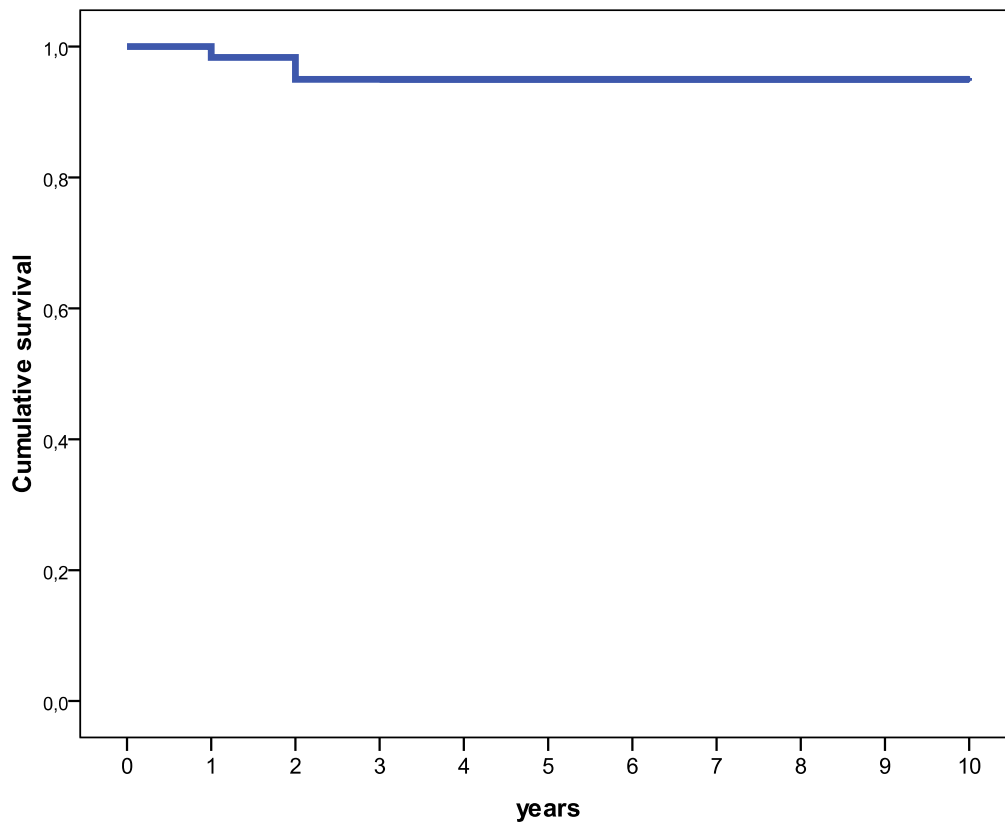


Abb. 54 Kaplan-Maier-Überlebenskurve

4.2 konventionell versorgte Implantate

Insgesamt wurden 156 XiVE[®] S plus Implantate in der interforaminalen Region, mit den Durchmessern 3.8 mm (74 Implantate = 47.44 %), 4.5 mm (74 Implantate = 47.44 %), 5.5 mm (8 Implantate = 5.13 %) und den Längen 11 mm (4 Implantate = 2.56 %), 13 mm (22 Implantate = 14.10 %), 15 mm (130 Implantate = 83.33 %) (Abb. 53-55) in Knochen der Qualität 1 und 2 gesetzt (Lekholm & Zarb 1985) (Abb.53-55).

Die radiologischen Kontrolluntersuchungen zeigten, dass auch hier alle Implantate suprakrestal gesetzt wurden. Daher zeigt sich zum Zeitpunkt der Implantation eine Differenz vom Knochenniveau zum Referenzpunkt am Implantat von 0.41 mm (SD \pm 0.24; min.: 0.00 mm; max.: 1.60 mm). Nach 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9 Jahren zeigte die digitale radiologische Vermessung einen Knochenverlust von 1.04 mm (SD \pm 0.54; min.: 0.00 mm; max.: 2.00 mm), 1.20 mm (SD \pm 0.62; min.: 0.00 mm; max.: 2.54 mm), 1.34 mm (SD \pm 0.71; min.: 0.00 mm; max.: 2.89 mm), 1.45 mm (SD \pm 0.75; min.: 0.00 mm; max.: 3.45 mm), 1.44 (SD \pm 0.78; min.: 0.00 mm; max.: 4.23 mm), 1.33 mm (SD \pm 0.82; min.: 0.00 mm; max.: 4.45 mm), 1.45 mm (SD \pm 0.68; min.: 0.15 mm; max.: 2.50 mm), 1.26 mm (SD \pm 0.73; min.: 0.15 mm; max.: 2.45 mm), 1.49 mm (SD \pm 0.72; min.: 0.25 mm; max.: 2.47 mm) mit einer statistisch signifikanten Knochenresorption zwischen den einzelnen Jahren (LD_F1 nach Brunner-Langer). Der mittlere marginale Knochenverlust nach 10 Jahren zeigte einen Wert von 1.65 mm (SD \pm 0.60; min.: 0.30 mm; max.: 2.60 mm), wobei der Vergleich zwischen neuntem und zehnten Jahre keine statistische Signifikanz aufwies ($P > 0.05$) (Abb. 56-58).

Um die anterioren mit den posterioren Implantate miteinander zu vergleichen wurde das statistische Modell F1_LD_F1 nach Brunner-Langer herangezogen, wobei auch hier keine Signifikanz über einen Zeitraum von bis zu 10 Jahren gefunden werden konnte ($P > 0.05$) (Abb. 59-61).

Baseline wurde ein Knochenverlust von 0.40 mm (SD \pm 0.26; min.: 0.00 mm; max.: 1.60 mm) bei den anterioren und 0.42 mm (SD \pm 0.22; min.: 0.00 mm; max.: 1.10 mm) bei den posterioren Implantaten gemessen. Nach 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10 Jahren zeigte sich ein Knochenabbau bei den anterioren Implantaten von 0.99 mm (SD \pm 0.54; min.: 0.10 mm; max.: 2.00 mm), 1.13 mm (SD \pm 0.62; min.: 0.10 mm; max.: 2.42 mm), 1.27 mm (SD \pm 0.72; min.: 0.15 mm; max.: 2.69 mm), 1.38 mm (SD \pm 0.75; min.: 0.15 mm; max.: 2.80 mm), 1.35 mm (SD \pm 0.77; min.: 0.15 mm; max.: 2.55 mm), 1.27 mm (SD \pm 0.75; min.: 0.15 mm; max.: 2.46 mm), 1.39 mm (SD \pm 0.73; min.: 0.20 mm; max.: 2.50 mm), 1.17 mm (SD \pm 0.78; min.: 0.20 mm; max.: 2.28 mm), 1.42 mm (SD \pm 0.75; min.:

0.30 mm; max.: 2.28 mm), 1.47 mm (SD \pm 0.67; min.: 0.30 mm; max.: 2.15 mm) und 1.10 mm (SD \pm 0.54; min.: 0.00 mm; max.: 1.99 mm), 1.27 mm (SD \pm 0.63; min.: 0.00 mm; max.: 2.54 mm), 1.41 mm (SD \pm 0.71; min.: 0.00 mm; max.: 2.89 mm), 1.52 mm (SD \pm 0.75; min.: 0.00 mm; max.: 3.45 mm), 1.52 mm (SD \pm 0.78; min.: 0.00 mm; max.: 4.23 mm), 1.39 mm (SD \pm 0.88; min.: 0.00 mm; max.: 4.45 mm), 1.50 mm (SD \pm 0.65; min.: 0.15 mm; max.: 2.25 mm), 1.35 mm (SD \pm 0.69; min.: 0.15 mm; max.: 2.45 mm), 1.57 mm (SD \pm 0.72; min.: 0.25 mm; max.: 2.47 mm), 1.84 mm (SD \pm 0.49; min.: 1.48 mm; max.: 2.60 mm) bei den posterioren Implantaten.

Die jährlich erhobenen Periotest[®]-Werte lagen in den ersten sieben Jahren bei -5, stieg im achten und neunten Jahr auf -6 an und fiel im Zehnten Jahr auf -5. Die jährlichen Unterschiede waren statistisch nicht signifikant ($P > 0.05$) (LD_F1 nach Brunner-Langer) (Abb. 62).

Bei 139 Implantaten betrug die Primärstabilität über 32 Ncm, bei 17 Implantaten wurde ein Insertionstorque zwischen 20 und 32 Ncm aufgezeichnet. Der Mittelwert aller erfassten Periotestwerte lag bei -4 (min -1, max -7).

Nach einem Beobachtungszeitraum von bis zu zehn Jahren trat ein Implantatverlust nach drei Monaten (Überlebensrate 99.4 %) und ein Implantatmisserfolg [Knochenverlust von mehr als 2 mm und einen Anstieg der Periotest[®]-Werte innerhalb zweier Beobachtungszeiträume (Lorenzoni 2000)] nach vier Jahren (Implantaterfolgsrate 98.6 %) auf (Abb.63). Dieser Verlust lässt sich möglicherweise darauf zurückführen, dass dieses Implantat zur Gruppe derer zählte, die mit einer Primärstabilität von 20-32 Ncm inseriert wurden. Die Implantatüberlebensraten wurden in einer Kaplan-Maier-Überlebenskurve dargestellt (Abb.64). Frakturen von Prothesenzähnen (n=7) und zwei Stegfrakturen, die bei einem Patienten beobachtet wurden, zählten zu den prothetischen Komplikationen, die ohne größeren Aufwand und innerhalb eines Tages repariert werden konnten (prothetische Überlebensrate 100 %; Erfolgsrate 98.5 %).

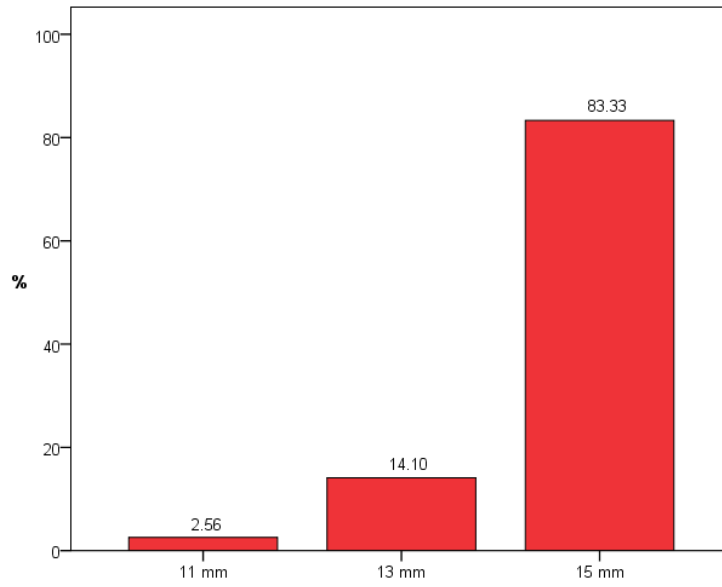


Abb. 55 Anzahl der Implantatlängen in Prozent

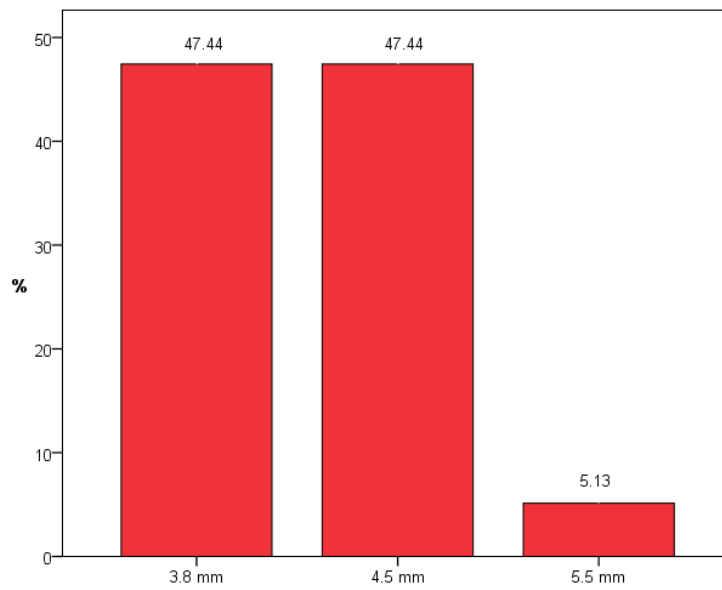


Abb. 56 Anzahl der Implantatdurchmesser in Prozent

Implant diameter (mm)	Implant length (mm)		
	11	13	15
3.8		10	64
4.5	1	10	63
5.5	3	2	3

Abb. 57 Gesamtanzahl der Implantatlängen und -durchmesser

Time (years)	bone level					PTV				
	min	max	median	mean	SD	min	max	median	mean	SD
baseline	0,00	1,60	0,40	0,41	0,24					
1	0,00	2,00	1,05	1,04	0,54	-7	-2	-5	-5,4	1,3
2	0,00	2,54	1,34	1,20	0,62	-7	-2	-5	-5,1	1,4
3	0,00	2,89	1,50	1,34	0,71	-7	-2	-5	-4,8	1,6
4	0,00	3,45	1,60	1,45	0,75	-7	-1	-5	-4,6	1,8
5	0,00	4,23	1,57	1,44	0,78	-7	-1	-5	-4,6	1,9
6	0,00	4,45	1,36	1,33	0,82	-7	-1	-5	-4,6	2,0
7	0,15	2,50	1,51	1,45	0,68	-7	-1	-5	-4,5	1,7
8	0,15	2,45	1,49	1,26	0,73	-7	-1	-6	-4,5	2,1
9	0,25	2,47	1,53	1,49	0,72	-7	-1	-6	-4,6	2,3
10	0,30	2,60	1,53	1,65	0,60	-7	-1	-5	-4,3	2,4

Abb. 58 Knochenverlustrate und Periotest[®]-Werte

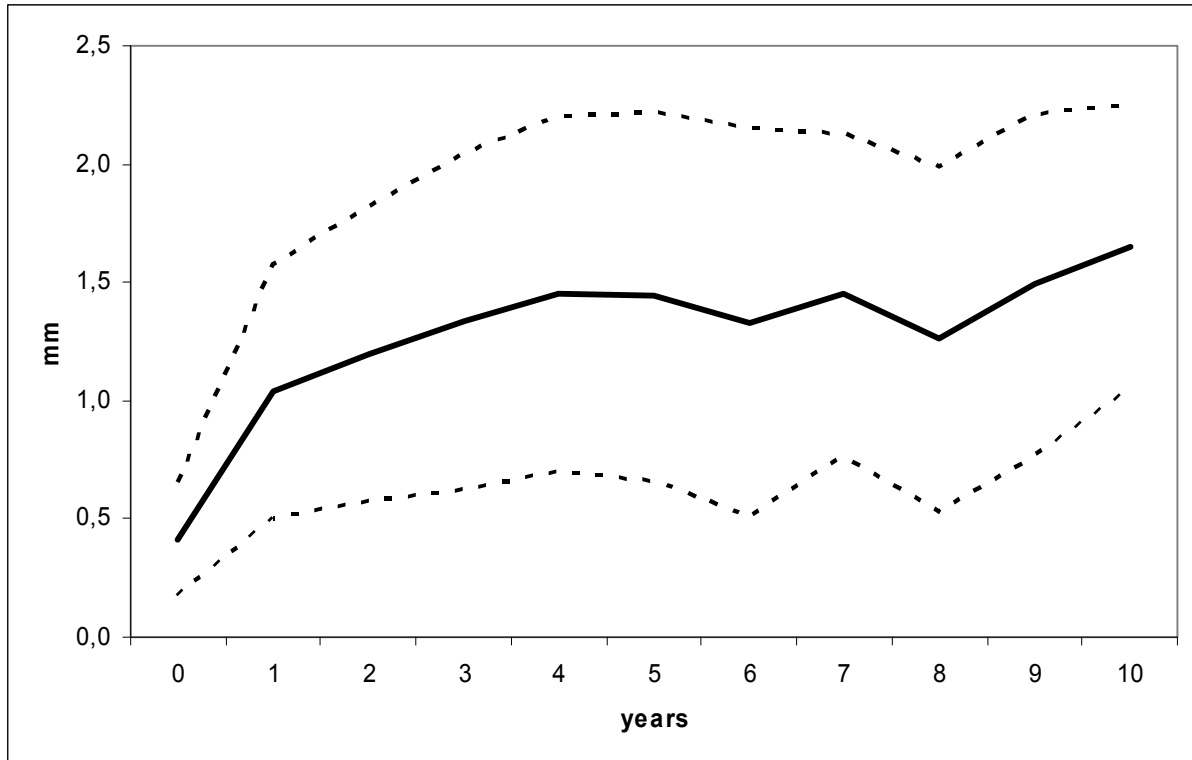


Abb. 59 graphische Darstellung des marginalen Knochenverlustes mit Standardabweichung

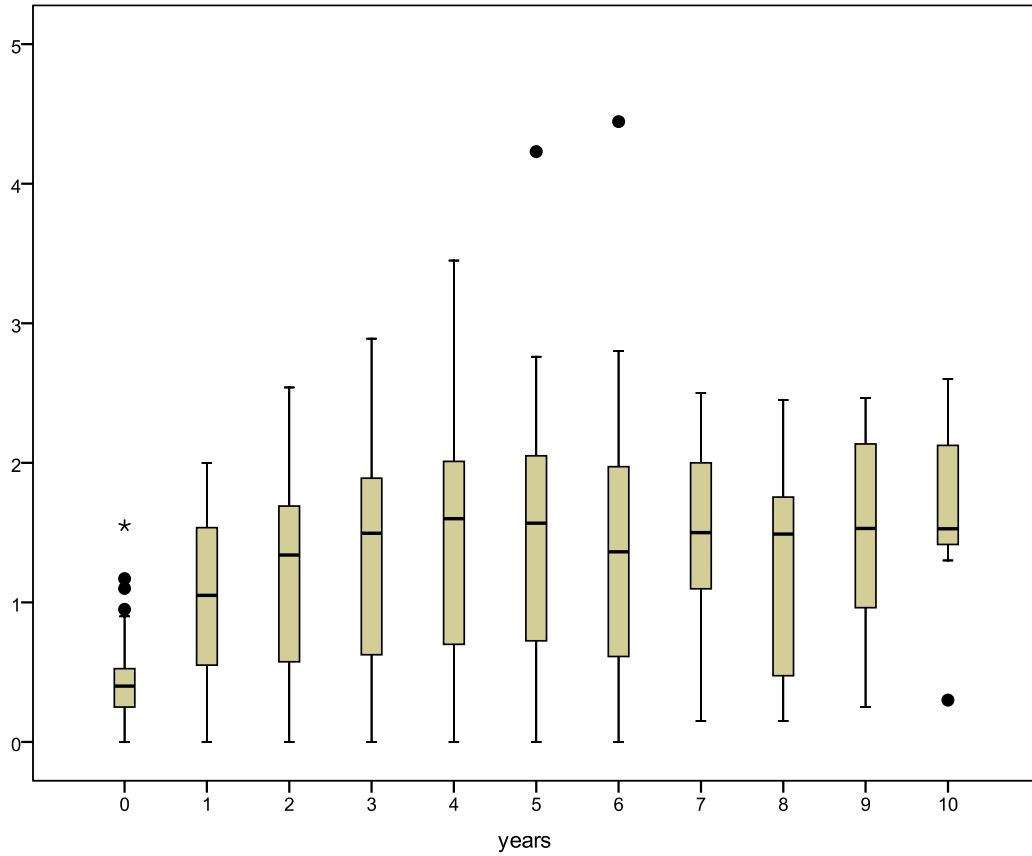


Abb. 60 Box plot des jährlichen marginalen Knochenverlustes aller Implantate

Time (years)	bone level anterior					bone level posterior				
	min	max	median	mean	SD	min	max	median	mean	SD
baseline	0,00	1,60	0,40	0,40	0,26	0,00	1,10	0,42	0,42	0,22
1	0,10	2,00	1,01	0,99	0,54	0,00	1,99	1,18	1,10	0,54
2	0,10	2,42	1,24	1,13	0,62	0,00	2,54	1,42	1,27	0,63
3	0,15	2,69	1,37	1,27	0,72	0,00	2,89	1,55	1,41	0,71
4	0,15	2,80	1,60	1,38	0,75	0,00	3,45	1,60	1,52	0,75
5	0,15	2,55	1,30	1,35	0,77	0,00	4,23	1,60	1,52	0,78
6	0,15	2,46	1,29	1,27	0,75	0,00	4,45	1,48	1,39	0,88
7	0,20	2,50	1,50	1,39	0,73	0,15	2,50	1,55	1,50	0,65
8	0,20	2,28	1,30	1,17	0,78	0,15	2,45	1,51	1,35	0,69
9	0,30	2,28	1,35	1,42	0,75	0,25	2,47	1,64	1,57	0,72
10	0,30	2,15	1,45	1,46	0,67	1,48	2,60	1,58	1,84	0,49

Abb. 61 Knochenverlust bei anterioren und posterioren Implantaten

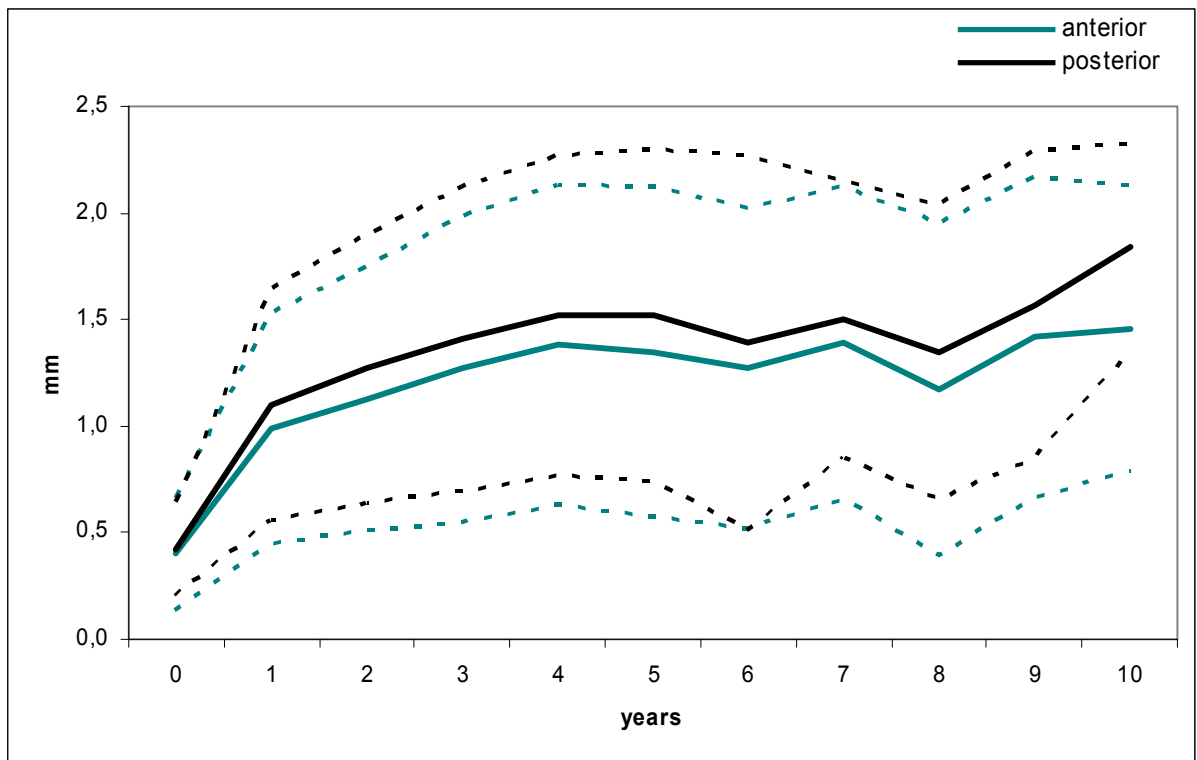


Abb. 62 graphische Darstellung des marginalen Knochenverlustes bei anterioren und posterioren Implantaten mit Standardabweichung

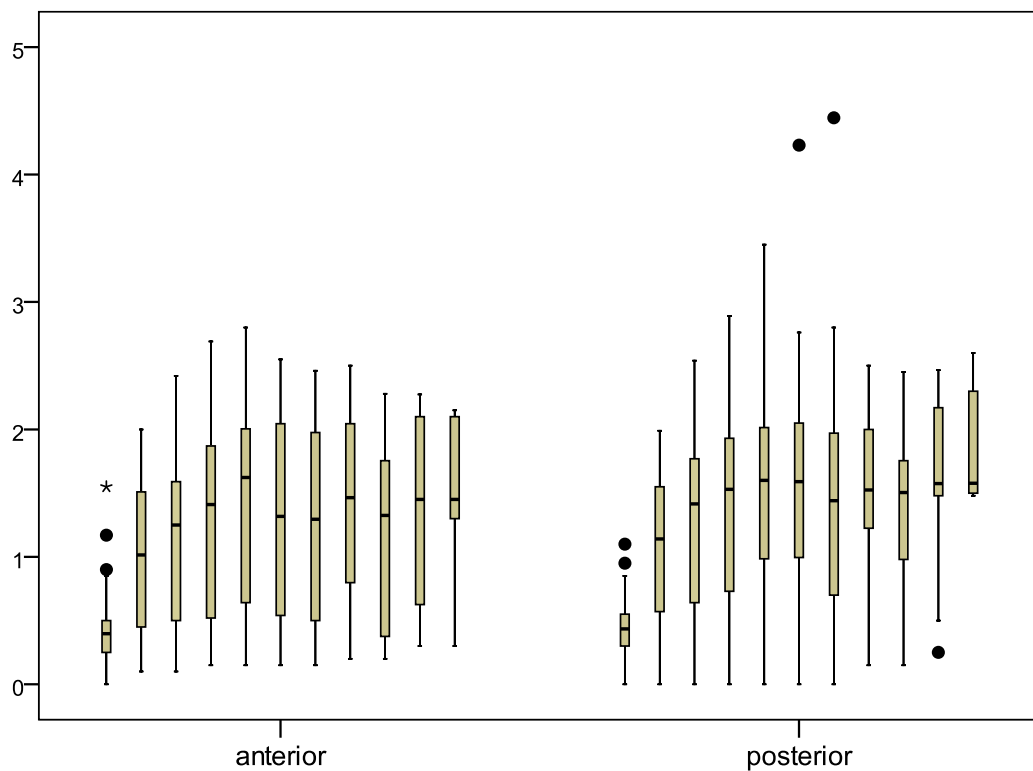


Abb. 63 Box plot des marginalen Knochenverlustes (anteriore und posteriore Implantate getrennt dargestellt)

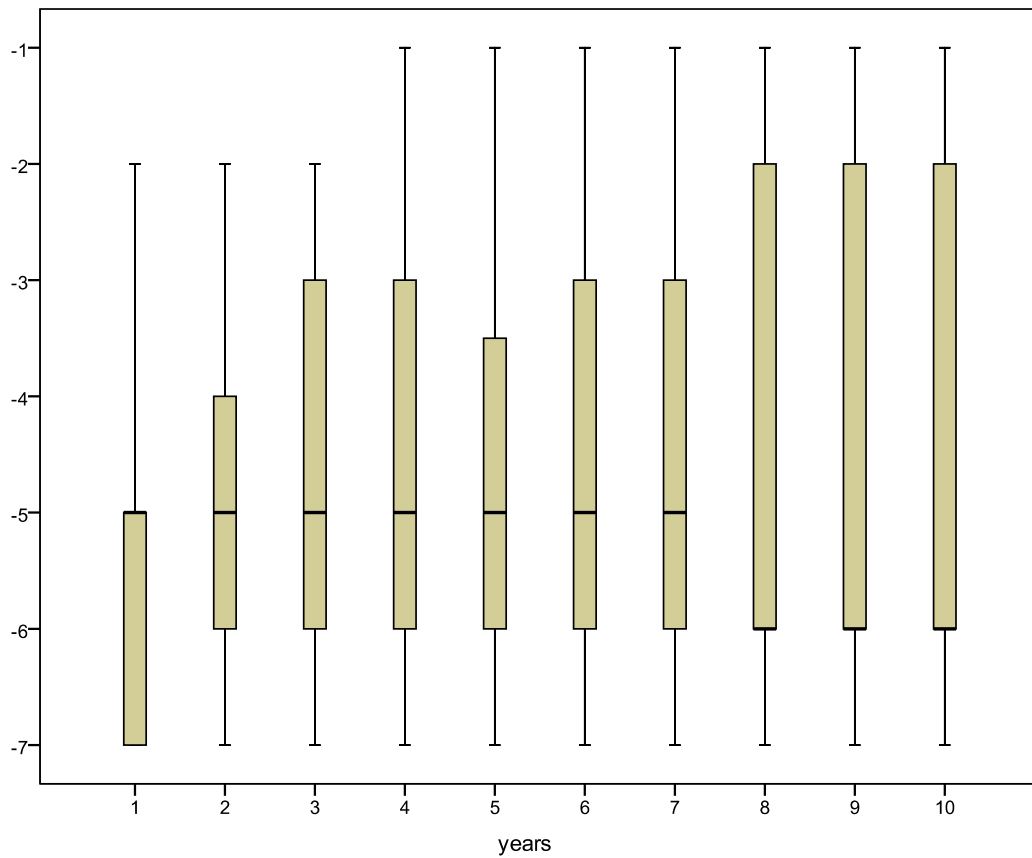


Abb. 64 Box plot der jährlich erhobenen Periotest®-Werte

Time (years)	Implants	failed	losses	Cumulative success rate
baseline	156	0	0	100%
1	156	0	1	99,4%
2	156	0	0	99,4%
3	156	0	0	99,4%
4	152	0	0	99,4%
5	128	1	0	98,6%
6	84	0	0	98,6%
7	40	0	0	98,6%
8	24	0	0	98,6%
9	20	0	0	98,6%
10	12	0	0	98,6%

Abb. 65 Implantaterfolgsrate

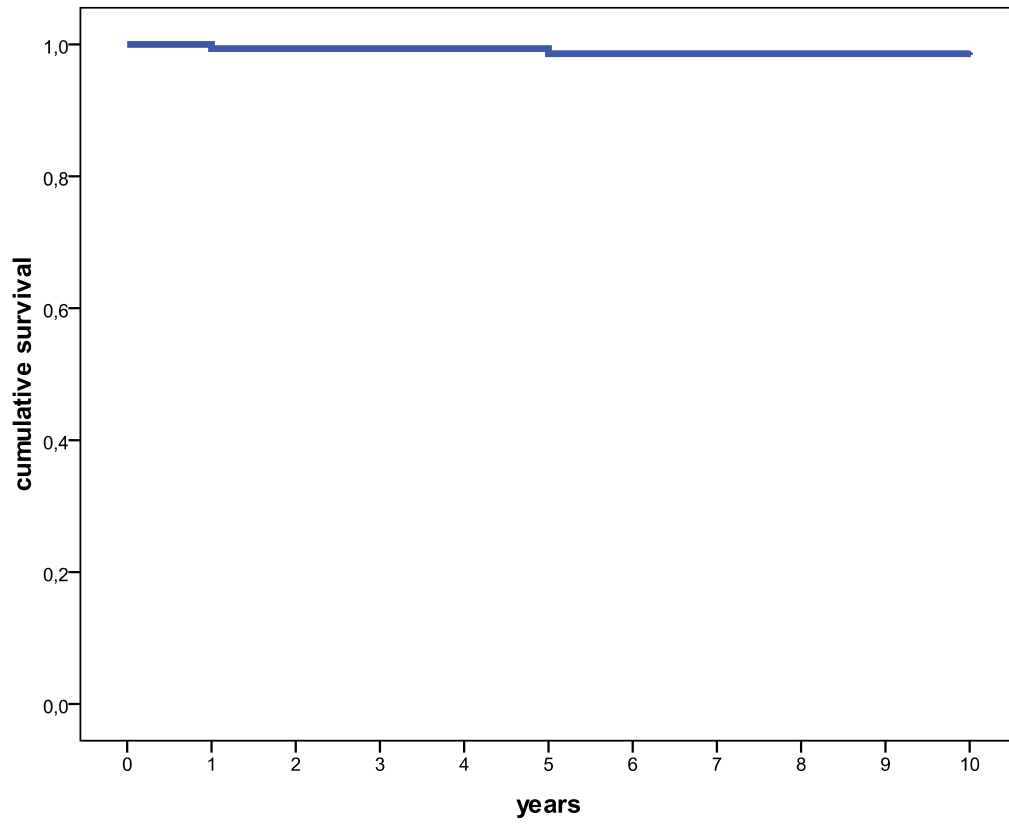


Abb. 66 Kaplan-Maier-Überlebenskurve

5 Diskussion

5.1 *Knochenverlust bei sofort versorgten Implantaten*

Die Sofortversorgung von vier interforaminalen Implantaten bietet dem Patienten, innerhalb einer Woche, die Möglichkeit einen optimalen Prothesenhalt herzustellen und steigert somit die Lebensqualität wesentlich, da darüber hinaus auf eine Zweitoperation verzichtet werden kann.

Die Hauptzielgröße der vorliegenden Arbeit war, wie sich der koronale Knochen um die sofort versorgten Implantate verhält. Dabei zeigte sich der größte Knochenverlust innerhalb des ersten Jahres (von baseline 0.51 mm auf 1.26 mm nach dem ersten Jahr), welcher bis zum achten Jahr, jährlich signifikant anstieg (Knochenabbau 1.66 mm) und danach, bis zehn Jahre nach Implantation bei 1.78 mm konstant blieb. Diese Ergebnisse und die Überlebensrate von 98.3 % lassen sich mit anderen Studien vergleichen, die ebenso eine statistisch signifikante Knochenresorption zwischen zwei und achtzehn Monaten und eine Implantatüberlebensrate zwischen 96 % und 100 % beobachten konnten. 62 Patienten mit insgesamt 325 Osseotite[®] Implantaten und einer verschraubten Kunststoffbrücke mit distalen Extensionen wurden in einer Multicenterstudie von Testori et al. (2004) nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 28.6 Monaten nachuntersucht. Jeder Patient erhielt dabei fünf oder sechs Implantate in der interforaminalen Region. Sie fanden heraus, dass der Knochenverlust in den ersten zwei Monaten am höchsten war, danach abnahm und dass kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem mesialen und distalen Messpunkt zu finden war. Die kumulative Überlebensrate betrug 99.4 %. Van de Velde et al. (2007) untersuchten den Knochenverlust anhand 90 gesetzter Implantate bei 18 zahnlosen Unterkiefern. Jeder Patient erhielt vier bis sechs Implantate, die mit zehnstelligen Kunststoffbrücken (mit Cantilevern) versorgt wurden. Der gemessene Knochenverlust betrug bei 12 untersuchten Patienten baseline 0.1 mm (SD \pm 0.2), nach einem Jahr 1.8 mm (SD \pm 0.2) und nach drei Jahren 1.8 mm (SD \pm 0.4). Die Ergebnisse zwischen baseline und einem Jahr waren statistisch signifikant, wobei nach drei Jahren kein signifikanter Knochenverlust zu verzeichnen war. Die Verlustrate betrug 3.3 % nach drei Jahren. Turkyilmaz et al. (2006) versorgten 20 zahnlose Patienten mit zwei Implantaten, die entweder sofort oder konventionell versorgt wurden. Kugelkopfattachments dienten als Retentionsverankerung. Kein signifikanter Unterschied bezüglich des marginalen Knochenverlustes konnte nach

einer Beobachtungszeit von einem Jahr verzeichnet werden. In beiden Gruppen betrug er 0.3 mm. Um den Knochenverlust von vier sofort versorgten Implantaten mit vier konventionell versorgten Implantaten zu vergleichen, setzten Assad et al. (2007) insgesamt 40 Implantate. Die sofort versorgten Implantate zeigten sowohl nach sechs als auch nach 12 Monaten einen statistisch signifikant erhöhten Knochenverlust zwischen den mesialen und distalen Knochenhöhen und einen statistisch signifikant erhöhten Wert nach 18 Monaten. Nach 24 Monaten zeigte sich ein statistisch signifikanter Knochenverlust an den mesialen Messstellen, jedoch keiner an den distalen. Bei den konventionell versorgten Implantaten wurde ein statistisch signifikanter Wert sowohl mesial als auch distal nach 6 und 24 Monaten observiert, nach 12 und 18 Monaten war dieser Wert hoch signifikant. Sie haben auch die zwei Gruppen miteinander verglichen und fanden heraus, dass sich der Knochenverlust nur nach 12 Monaten statistisch ($P < 0.05$) unterschied. De Bruyn et al. (2008) beobachteten nach drei Monaten einen durchschnittlichen Knochenverlust von 0.6 mm (SD \pm 0.7), nach einem Jahr einen durchschnittlichen Knochenverlust von 0.8 mm (SD \pm 0.8), nach zwei Jahren 1 mm (SD \pm 0.8) und nach drei Jahren 1.3 mm (SD \pm 1). Lediglich der Knochenverlust bis zu einem Jahr war statistisch signifikant mit einer Implantatüberlebensrate von 100 % bis zu drei Jahren.

Degidi et al. (2010) versorgten innerhalb eines Tages 40 Patienten (mittleres Alter 47.8 Jahre) mit insgesamt 160 sofort versorgten XiVE[®] Implantaten und intraoral gelöteten Titanstegen. Nach sechs Monaten wurde ein Knochenverlust von 0.59 mm (SD \pm 0.12), nach 12 Monaten 0.21 mm (SD \pm 0.051) und nach 25 Monaten 0.11 mm (SD \pm 0.036) festgestellt. Der akkumulierte mittlere Knochenverlust betrug 0.91 mm (SD \pm 0.21) bei einer 100 % Implantatüberlebensrate. Eine der Nebenzielgrößen beschäftigte sich mit der Frage ob sich die anterioren und die posterioren Implantate, im Bezug auf den Knochenverlust, statistisch unterscheiden. Keine der oben angeführten Studien beschäftigt sich mit dieser Fragestellung. Es konnte jedoch mit dieser Arbeit gezeigt werden, dass sich zwischen anterioren und posterioren Implantaten über den gesamten Beobachtungszeitpunkt keine Signifikanz beobachtet werden konnte und somit die distalen Extensionen bei Sofortversorgungen keinen negativen Einfluss auf den Knochenverlust haben.

Eine prospektive multizentrische Vergleichsstudie von 250 ITI Monotype[®] in 62 Unterkiefern wurde von Arvidsson et al. (2008) durchgeführt und beschäftigte sich unter anderem mit der Frage, ob unter den teilnehmenden Zentren Unterschiede zu finden sind. Innerhalb von vier bis neun Tagen (durchschnittlich nach 6.6 Tagen) wurden alle Implantate mit einer definitiven 12-stelligen Brücke versorgt. Baseline wurde ein

Knochenverlust von 1.63 mm (SD \pm 0.78), nach einem Jahr 2.5 mm (SD \pm 0.6) und nach drei Jahren 2.56 mm (SD \pm 0.74) gemessen. Sie kamen zum Schluss, dass sowohl die Knochenqualität (Klasse I: 2 % der inserierten Implantate; Klasse II: 49 %; Klasse III: 36 %; Klasse IV: 13 % nach Lekholm & Zarb 1985) als auch die Zentren einen Einfluss auf den Knochenverlust haben und zu einem kleinen Teil auch die Implantatlängen; jedoch nicht das Alter und das Geschlecht. Ursachen für diese Unterschiede zwischen den Zentren führen sie auf den Allgemein- aber auch Ernährungsstatus, Qualität der Nachuntersuchung, Brückengestaltung und Qualität der Röntgenbilder zurück. Weitere Erkenntnisse waren, dass sich die Patientenzufriedenheit und die Hygiene verbessert haben.

Unbestritten ist heutzutage der negative Effekt von Zigarettenkonsum auf die Wundheilung, die periimplantäre Mukosa und den umgebenden Knochen. Ein Ausschlusskriterium für die vorliegende Untersuchung waren Raucher, die mehr als 20 Zigaretten am Tag rauchen (=schwere Raucher), da Raucher eine erhöhte periimplantäre Sondierungstiefe, einen erhöhten Gingivalblutungsindex und Knochenverlust zeigen. Lindqvist et al. (1997) beobachteten einen größeren Knochenverlust um die Implantate bei Rauchern als bei Nichtrauchern im Unterkiefer und fanden eine direkte Korrelation zwischen der Anzahl der gerauchten Zigaretten pro Tag und dem Knochenverlust. Wie sich der Faktor Nikotin auf sofort versorgte Implantate im zahnlosen Unterkiefer auswirkt, wurde erstmals von Romanos & Nentwich (2008) untersucht. Neun Patienten mit einem durchschnittlichen Alter von 52.4 (SD \pm 8.3) Jahren, die seit mindestens zehn Jahren mehr als zwei Päckchen Zigaretten am Tag rauchten (=schwere Raucher), wurden mit je sechs Ankylos[®] (Dentsply-Friadent, Mannheim, Germany) Implantaten versorgt. Unmittelbar postoperativ erhielten alle Patienten Kunststoffprovisorien (ohne Extensionen), wobei Wert auf stabile zentrische Kontakte und eine Gruppenführung bei der Exzentrik gelegt wurde. Weiters wurden die Patienten angehalten in den folgenden sechs bis acht Wochen weiche Kost zu sich zu nehmen, um eine Überbelastung der Implantate zu verhindern. Vier bis acht Wochen nach Implantation erfolgte die definitive Versorgung. Im Gegensatz zu unserer Untersuchung musste bei 16 Implantaten eine simultane Augmentation (autogener Knochen gedeckt mit einer BioGide[®] Kollagenmembran) durchgeführt werden. Romanos & Nentwich (2008) verzeichneten eine statistisch signifikante Abnahme der Periotest[®]-Werte zwischen baseline und follow-up und stabile Knochenverhältnisse, wobei lediglich an zwei Stellen ein vertikaler Einbruch von weniger als 2 mm und an sechs Stellen ein horizontaler Einbruch von weniger als 2 mm festgestellt werden konnte. Die Implantatüberlebensrate betrug 98.6 % nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit

von 33.7 (SD ± 19) Jahren. Diese vorläufigen Ergebnisse zeigen einen vielversprechenden Ansatz für die Sofortversorgung bei starken Rauchern, jedoch sind hier noch weitere Studien notwendig. Auffällig bei der Studie von Romanos & Nentwich (2008) war, dass die Patienten weder prä- noch postoperativ antibiotisch abgeschirmt wurden und dass die Abutments nie von den Implantaten geschraubt wurden, um eine periimplantäre Entzündung, verursacht durch eine bakterielle Penetration, zu vermeiden.

Eine Sonderform der implantatprothetischen Rehabilitation stellt das von mehreren Autoren beschriebene Konzept von posterior angulierten (ca. 30° Neigung) Implantaten dar (Agliardi et al. 2009, Agliardi et al. 2008, Aparicio et al. 2008, Aparicio et al. 2008, Aparicio et al. 2001, Calandriello & Tomatis 2005, Capelli et al. 2007, Fortin et al. 2002, Krekmanov 2000, Krekmanov et al. 2000, Malo et al. 2005, Malo et al. 2003) (Abb. 65). Zahlreiche chirurgische und prothetische Vorteile werden bei dieser Technik beschrieben wie etwa die Insertion langer Implantate (für einen größeren Implantat-Knochen Kontakt) und langer Cantilever (bei fixen Versorgungen) oder Extensionen (bei abnehmbaren Varianten) können vermieden werden, was sich auf die Kraftverteilung positiv auswirken soll. Weiters wurde beobachtet, dass sich der marginale Knochenverlust von axial belasteten Implantaten im Vergleich zu angulierten Implantaten nicht unterscheidet und die Osseointegration nicht beeinflusst wird (Agliardi et al. 2009, Aparicio et al. 2001, Capelli et al. 2007, Koutouzis & Wennstrom 2007, Krekmanov 2000, Krekmanov et al. 2000).

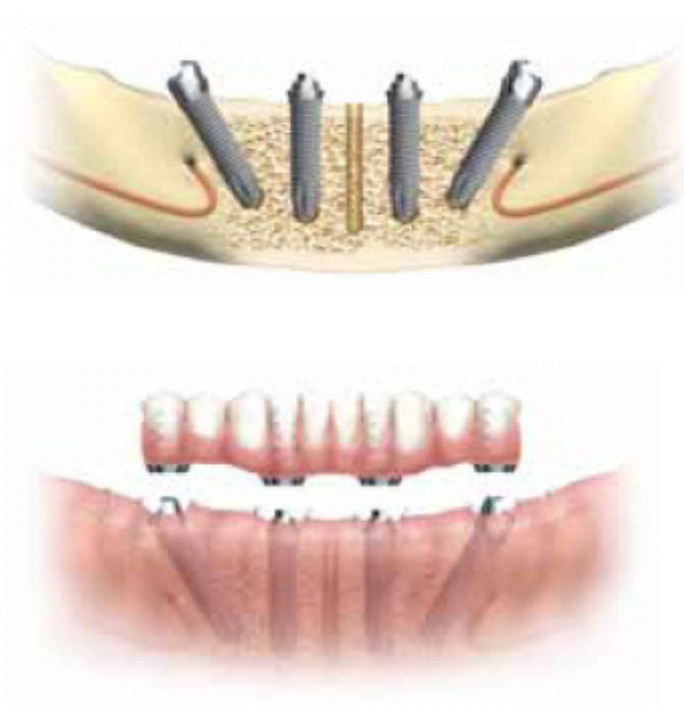


Abb. 67 vier interforaminale Implantate im zahnlosen Unterkiefer (aus „All-on-4“ von Dr. Paulo Maló mit Nobel Biocare® Implantaten)

Agliardi et al. (2009), Francetti et al. (2008) und (Weinstein et al. 2010) beobachteten einen marginalen Knochenverlust von 1.2 mm (SD \pm 0.9), 0.7 mm (SD \pm 0.4) beziehungsweise 0.7 mm (SD \pm 0.5) bei 292, 120 beziehungsweise 80 Implantaten mit einer Implantatüberlebensrate von 99.73 % und zweimal 100 % nach einer Beobachtungszeit von einem Jahr. Ähnliche Ergebnisse wurden von Capelli et al. (2007) in einer Multicenterstudie erhoben. Sowohl die prothetische als auch die Implantatüberlebensrate betrug 100 % nach 40 Monaten. Weiters beobachteten sie einen koronalen Knochenverlust von 0.82 mm (SD \pm 0.64) bei den anterioren Implantaten (n=32) und 0.75 mm (SD \pm 0.55) bei den angulierten Implantaten (n=32) nach 12 Monaten. Kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den anterioren und posterioren Implantaten konnte wie bereits besprochen beobachtet werden. Alle hier zitierten Studien verfolgten dasselbe prothetische Konzept: nach spätestens 48 Stunden erfolgte die provisorische Sofortversorgung mittels Kunststoffbrücken und nach mindestens drei Monaten wurden alle Kiefer definitiv versorgt.

Die Primärstabilität, die Implantate intraoperativ aufweisen sollen, ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Sofortversorgung und wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich angegeben. Von unserer Seite aus wurden nur diejenigen Implantate sofort versorgt, die ein Eindrehmoment von >32 Ncm aufwiesen, welches primär als Einschlusskriterium definiert wurde.

Der entscheidende Erfolgsfaktor ist eine entsprechend gute Knochenqualität, jedoch steht die Art der Bewertung nach wie vor im Raum. In der Literatur werden die Termini Knochenqualität und Knochendichte synonym verwendet und werden als der Anteil der Mineralisierung pro Quadratcentimeter Knochen beschrieben. Weiters werden Mikrobewegungen während der provisorischen Versorgung als Risikofaktor für Implantatverluste angesehen (Avila et al. 2007). Daher ist eine entsprechende Primärstabilität, um eben diese Mikrobewegungen zu vermeiden, von entscheidender Bedeutung für Sofortversorgungsprotokolle (Szmukler-Moncler et al. 1998). Jedoch gehen die Meinungen einzelner Autoren auseinander, wie hoch der Eindrehmoment bei Implantation sein sollte, um Implantate sofort versorgen zu können. In der Literatur wird ein Grenzwert von mindestens 20 Ncm bis 45 Ncm angegeben (Horiuchi et al. 2000, Malo et al. 2000, Nikellis et al. 2004, Payer et al. 2008). Testori et al. (2004) sprechen davon, dass Implantate zumindest 32 Ncm aufweisen sollen, Van der Velde et al. (2007) legten 40

Ncm als Einschlusskriterium für seine sofort versorgten Implantate fest. De Bryn et al. (2008) machten die Primärstabilität von dem Implantatdurchmesser abhängig. Sie setzten eine Stabilität von 30 Ncm für die Durchmesser 3.5 mm und 40 Ncm für 4 mm fest. Esposito et al. (2007) sprachen von mindestens 20 Ncm bei verblockten sofort versorgten Implantaten und Avila et al. (2007), Ottoni et al. (2005) und Neugebauer et al. (2006) von 30 Ncm, um eine suffiziente Stabilität zu erzielen. Degidi et al. (2010) definierten einen Wert von unter 25 Ncm als Ausschlusskriterium für Sofortversorgungen. Agliardi et al. (2009) und Francetti et al. (2008) beschrieben bei ihrem „All-on-4“ Konzept, dass alle 292 beziehungsweise 248 Implantate im zahnlosen Unterkiefer mit einem Torque von zumindest 30 Ncm beziehungsweise 40 bis 50 Ncm gesetzt wurden, um sie sofort versorgen zu können. Eine direkte Korrelation zwischen einer erhöhten Implantatverlustrate und einem Eindrehmoment von <20 Ncm konnten von Esposito et al. (2009) beobachtet werden. Anhand der in dieser Studie erhobenen Daten wird ein Eindrehmoment von mindestens 20 Ncm für eine Sofortversorgung empfohlen.

Bergkvist et al. (2010) sehen keinen direkten Zusammenhang zwischen Primärstabilität und einer Sofortversorgung, da 63 % der insgesamt 137 Implantate einen Torque von unter 35 Ncm zeigten, obwohl sie keine generelle Empfehlung abgeben. Diese Arbeitsgruppe vermutet jedoch eine starke Korrelation zwischen der Erfahrung der Behandler und der Patientenmitarbeit. Ein weiteres Ergebnis war, dass sofort versorgte Implantate, in welcher Knochenqualität (Lekholm & Zarb 1985) auch immer gesetzt, keinen Unterschied in der Überlebensrate und dem koronalen Knochenverlust nach einem Jahr zeigten. Die während einer Implantation erzielten Primärstabilitäten werden durch eine prothetische polygonale Verblockung unterstützt. Diese Konstruktion verhindert Rotationsbewegungen an den Implantaten und führt zu einer axialen Krafteinleitung, ohne die Osseointegration negativ zu beeinflussen. Laut Tarnow et al. (1997) sind eine starre Verblockung und eine geringe laterale Krafteinwirkung wichtige Voraussetzungen. Sie beobachteten auch einen Zusammenhang zwischen Implantat-Frühverlusten und der Abnahme provisorischer prothetischer Arbeiten, um den Grad der Osseointegration messen zu können. Mangelnde Osseointegration ist ein Grund für Frühverluste (Manor et al. 2009). Die Implantatverluste (n=2 bzw. n=1) in der vorliegenden Untersuchung gingen mit klinischen Symptomen (Schmerzen, Pusaustritt, ...) und einer radiologischen periimplantären Aufhellung einher, wobei die Ursachen ungeklärt sind. Zu den möglichen Ursachen zählen eine Überbelastung oder auch eine bakterielle Kontamination wobei keines der Implantate sondiert wurde. Die provisorische prothetische Versorgung konnte bei allen Patienten beibehalten werden, da

anteriore Implantate verloren gingen. Nach Explantation erfolgte eine Abheilzeit von zwei Monaten, wobei anschließend an derselben Stelle problemlos nachimplantiert werden konnte.

5.2 Knochenverlust bei konventionell versorgten Implantaten

In dieser prospektiven Studie wurden 156 konventionell sofort versorgte Implantate auf den durchschnittlichen koronalen Knochenverlust und auf prothetische Komplikationen bis zu einer Beobachtungszeit von zehn Jahren nachuntersucht.

Die radiologische Auswertung des Knochenabbaues anhand von Kleinbildröntgen hat sich, trotz einiger Schwierigkeiten (Verschwommenheit, Unlesbarkeit, Kontrastschwäche,...), bewährt. Albrektsson et al. (1986) definierten einen Knochenverlust von 1.5 mm im ersten Jahr und einen Knochenverlust von 0.2 mm in den darauf folgenden Jahren als klinisch akzeptabel und wird unter dem Begriff eines „natürlichen biologischen Vorganges“ zusammengefasst da sich der periimplantäre Knochen durch die okklusale Belastung adaptiert (Chung et al. 2007, Smith & Zarb 1989). Die Ergebnisse dieser vorliegenden Arbeit bewegen sich innerhalb des von Albrektsson et al. (1986) definierten Rahmens. Baseline wurde eine Knochenverlustrate von 0.41 mm beobachtet, welche bis nach einem Jahr auf 1.04 mm und bis zu einer maximalen Beobachtungszeit von zehn Jahren auf 1.65 mm anstieg.

Eine systematische Literaturanalyse beschäftigte sich mit der Frage, ob der Knochenverlust von der Art des Attachmenttypes abhängt (Cehreli et al. 2010). Die Resorptionswerte lagen nach einem Jahr bei den Stegversorgungen bei 0.52 mm (SD \pm 0.28 mm; min.: 0.003 mm, max.: 1.20 mm), bei den Kugelkopfattachments bei 0.52 mm (SD \pm 0.41 mm; min.: -0.20 mm, max.: 1.60 mm) und bei den Magnetverankerungen bei 0.35 mm (SD \pm 0.43 mm; min.: -0.30 mm, max.: 1.81 mm). Zwischen ein und fünf Jahren wurden Resorptionen von 0.42 mm (SD \pm 0.69 mm; min.: -1.00 mm, max.: 1.22 mm), 0.50 mm (SD \pm 0.61 mm; min.: 0.00 mm, max.: 1.90 mm) und 0.25 mm (SD \pm 0.49 mm; min.: -0.20 mm, max.: 0.96 mm) für Stege, Druckknöpfe und Magnetverbindungen gemessen. Nach einer Beobachtungszeit von fünf Jahren lagen die Knochenresorptionen bei Stegversorgungen bei 0.87 mm (SD \pm 0.42 mm; min.: 0.35 mm, max.: 0.90 mm), bei den Kugelkopfattachments bei 0.70 mm (SD \pm 0.28 mm; min.: 0.50 mm, max.: 1.60 mm) und bei den Magnetverankerungen bei 0.44 mm (SD \pm 0.12 mm; min.: 0.35 mm, max.: 0.53

mm). Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass der marginale Knochenverlust nicht von der Art des Attachmentsystems abhängt, obwohl tendenziell bei Stegversorgungen eine geringere Resorption zu beobachten ist. Ein weiterer Vorteil der Stegversorgungen ist laut Cehreli et al. (2010) die Kraftverteilung aufgrund der Verblockung. Diese Arbeitsgruppe führt die guten Ergebnisse aller anderen Retentionsverbindungen auf eine günstige primäre und sekundäre Osseointegration und auf die verwendeten Implantatlängen (>10 mm) zurück. Gotfredsen (1997) beobachtete den koronalen Knochenverlust bei zwei Implantaten pro Patient (n=33), die entweder mit Kugelkopfattachments oder mit Rundstegen versorgt wurden. Dabei observierte er nach dem ersten und zweiten Jahr einen Knochenverlust von 0.19 mm (SD ± 0.6; SD ± 0.5), nach dem dritten Jahr 0.15 mm (SD ± 0.6) und 0.07 mm (SD ± 0.6) nach dem vierten Jahr. Weiters beobachtete er eine bei den Stegprothesen vermehrt auftretende Speiseimpaktierung bei den einpolymerisierten Reitern.

Neuere Studien besagen, dass zumindest zwei Implantate für eine abnehmbare prothetische Versorgung notwendig seien, jedoch gibt es keinen einheitlichen Konsens, welche Art der prothetischen Überkonstruktion als optimal anzusehen ist, da die Streuung der Erfolgsraten groß ist, wobei beobachtet wurde, dass festsitzende und abnehmbare implantatgestützte Prothesen im Unterkiefer vergleichbare Überlebensraten zwischen 83 % und 100 % und einen krestalen Knochenverlust von bis zu 1.17 mm während dem ersten Jahr und danach jährlich bis zu 3.8 mm zeigten (Bryant et al. 2007). Jemt et al. (1996) versorgten 103 Patienten mit insgesamt 393 Implantaten und beobachtete einen Knochenverlust von 0.5 mm während des fünf- jährigen follow-up. Die kumulative Erfolgsrate für die Implantate betrug 94.5 % und für die Hybridprothesen 100 % bei Unterkieferversorgungen auf zwei Implantaten. Meijer et al. (2004) stellte nach einer Beobachtungszeit von zehn Jahren eine Überlebensrate von 93 % für die Gruppe der Patienten, die mit zwei IMZ[®] Implantaten bzw. 86 % für die Gruppe die mit zwei Branemark Implantaten versorgt wurden, fest.

Naert et al. (1998) versorgten 36 zahnlose Patienten entweder mit Magneten, Kugelkopfattachments oder mit Stegen und verglich die verblockten mit den unverblochten Implantaten. Die Implantatüberlebensrate betrug während der fünf-jährigen Beobachtungszeit 100 %. Weder nach einem Jahr noch nach fünf Jahren konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen in Bezug auf den marginalen Knochenverlust und den Periotest[®]-Werten beobachtet werden, wobei die Periotest[®]-Werte nach fünf Jahren sogar niedriger als nach einem Jahr waren. Der Knochenverlust betrug nach dem ersten Jahr 0.6 mm und stieg dann jährlich weniger als

0.1 mm an. Naert et al. (1998) konnten keine Unterschiede zwischen einer hybridprothetischen-Versorgung auf zwei und auf vier Implantaten bezüglich klinischer und radiologischer Ergebnisse feststellen. Meijer et al. (2009) observierten eine Implantatüberlebensrate von 95 % bei zwei Implantaten im zahnlosen Unterkiefer und 100 % bei vier Implantaten nach zehn Jahren in Funktion. Der jährliche durchschnittliche marginale Knochenverlust betrug 0.14 mm für die Gruppe der zwei versorgten Implantate und 0.13 mm für die Gruppe der vier versorgten Implantate.

Krennmair et al. (2007) verglichen in einer retrospektiven Studie 76 zylindrische (IMZ[®]) mit 156 Schraubenimplantaten (Frialoc[®]), die bei insgesamt 67 Patienten gesetzt wurden. Je vier Implantate wurden in der interforaminalen Region gesetzt und mit einem Steg (mit Extensionen) versorgt. Die kumulative Überlebensrate betrug 99 % (97.4 % für die zylindrischen und 100 % für die Schraubenimplantate) nach einer Beobachtungszeit von durchschnittlich 59.2 (SD ± 26.9) Monaten, wobei der Beobachtungszeitraum für zylindrische Implantate signifikant höher war als für Schraubenimplantate. Krennmair et al. (2007) stellten fest, dass der marginale Knochenverlust bei den zylindrischen Implantaten statistisch signifikant höher war (2.2 mm; SD ± 0.6 mm) als bei den Schraubenimplantaten (1.9 mm; SD ± 0.6 mm). Weiters zeigten die Zylinderimplantate einen signifikanten Unterschied zwischen mesialen (2.3 mm; SD ± 0.5 mm) und distalen Implantaten (2 mm; SD ± 0.5 mm). Dieser Unterschied zwischen den mesialen (2.2 mm; SD ± 0.5 mm) und distalen (1.9 mm; SD ± 0.6 mm) konnte bei den Schraubenimplantaten nicht observiert werden. Sie stellten fest, dass die distalen Extensionen bei den Stegen keinen negativen Einfluss auf den marginalen Knochenverlust und die Überlebensrate hatten und dass die Anzahl der prothetischen Nachsorgeintervalle innerhalb der Beobachtungszeit gering waren. Makkonen et al. (1997) setzten sechs Astra[®] Tech Dental Implantate die feststehend versorgt wurden bei 13 Patienten und vier Implantate die abnehmbar versorgt wurden bei 20 Patienten und verglichen den marginalen Knochenverlust nach fünf Jahren. Die feststehend versorgten Implantate zeigten einen Knochenverlust von 0.36 mm (SD ± 0.22) und die abnehmbar versorgten Implantate einen Verlust von 0.56 mm (SD ± 0.45). Dieser Unterschied war statistisch nicht signifikant. Ähnliche Ergebnisse zeigten Palmqvist et al. (1996) nach vierjähriger Beobachtungszeit. Laut Branemark et al. (1995) besteht kein Unterschied zwischen vier (Implantatüberlebensrate 88.4 %) und sechs Implantaten (Implantatüberlebensrate 93.2 %) im zahnlosen Unterkiefer, jedoch geht der Trend in Richtung einer höheren Verlustrate bei vier Implantaten nach einer Beobachtungszeit von zehn Jahren. Bryant et al. (2007)

sprechen von einem durchschnittlichen Knochenverlust von 1.17 mm im ersten Jahr und von 0.38 mm in den darauf folgenden Jahren, sowohl für festsitzende als auch für abnehmbare Implantatversorgungen auf vier bis sechs Implantaten im zahnlosen Unterkiefer bis zu einer Beobachtungszeit von fünf Jahren.

Romeo et al. (2002) verglichen den marginalen Knochenverlust und die Periotest[®]-Werte von vier sofort versorgten ITI[®] Implantaten mit vier konventionell versorgten ITI[®] Implantaten (U-Form Gold-Dolder-Stege). Nach 24 Monaten betrug der marginale Knochenverlust 0.41 mm (SD \pm 0.12 mm) bei den sofort versorgten Implantaten und 0.37 mm (SD \pm 0.22 mm) bei den konventionell versorgten Implantaten, wobei kein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte. Ebenso gab es keinen Unterschied bei den ermittelten Periotest[®]-Werten (-4.85, SD \pm 0.62 vs. -5.05 \pm 0.55) nach 24 Monaten. Die Implantaterfolgsrate nach zwei Jahren betrug 100 % bei den konventionell versorgten Implantaten.

Visser et al. (2005) verglichen zwei und vier Implantate im zahnlosen Unterkiefer in einer prospektiven Vergleichsstudie und beobachteten einen nicht signifikanten Knochenverlust von 1.6 mm beziehungsweise 1.25 mm nach einer Beobachtungszeit von fünf Jahren. Ebenso konnten sie keinen Unterschied zwischen den distalen und den anterioren Implantaten bezüglich des Knochenverlustes beobachten. Diese Ergebnisse lassen sich auch mit unserer Untersuchung vergleichen, da auch in dieser kein signifikanter Unterschied zwischen den posterioren und anterioren Implantaten festgestellt werden konnte. Wismeijer et al. (1999) beobachteten bei 110 zahnlosen Patienten einen Knochenverlust von 1.5 mm (SD \pm 0.26 mm) nach 19 Monaten, die entweder mit zwei (Kugelattachment oder Stegversorgung) oder vier ITI[®] Implantaten (Stegversorgung) mit Hybridprothesen prothetisch versorgt wurden. Bei den vier verblockten Implantaten zeigte sich weiters ein statistisch signifikant höherer Knochenverlust bei den anterioren Implantaten (2.1 mm; SD \pm 0.31 mm) als bei den distalen Implantaten (1.4 mm; SD \pm 0.25 mm). Sie führten das auf ungünstige Zugkräfte, die durch eine dorsale Belastung der Suprastruktur hervorgerufen wird, zurück und den Knochenverlust an den zentralen Implantaten verursacht. Auch Zechner et al. (2004) beobachteten an den anterioren Implantaten eine größere Knochenresorption. Im Gegensatz dazu observierten Semper et al. (2010) und Carlsson et al. (2000) einen größeren Knochenverlust an den distalen Implantaten.

Neuere Studien besagen, dass es keine direkte Korrelation zwischen Implantatüberlebensrate/ - erfolgsrate und der Art der prothetischen Versorgung gibt und

sowohl festsitzende als auch abnehmbare implantatgestützte Prothesen eine hohe Implantatüberlebensrate zeigen (Bryant et al. 2007, Makkonen et al. 1997).

Die koronale Knochenresorption ist weiters abhängig von einem möglicherweise vorhandenen Mikrospace zwischen Implantat und Abutment beziehungsweise auch von dessen Lage zur umgebenden Mukosa (Hermann et al. 2001). Dieser Mikrospace stellt einen potentiellen Einflussfaktor für lokale Entzündungen dar, der wiederum die Knochenresorption beeinflussen kann (Broggini et al. 2003)

Um den Grad der Osseointegration beurteilen zu können wurde bei der vorliegenden Untersuchung der Periotest[®]-Wert herangezogen. Der mediane Periotest[®] -Wert lag bei den sofort versorgten Implantaten bei -4.25 und bei den konventionell versorgten Implantaten bei -5 und spricht für eine sehr gute Konsolidierung des Knochens um die Implantate. Eitner et al. (2008) trafen folgende Einteilung: -9 bis 9 osseointegriert, 10 bis 18 locker, >19 beweglich. 99.4 % der stegversorgten und 97.4 % der teleskopierten Implantate zeigten osseointegrierte Verhältnisse mit Periotest[®]-Werten von unter 10 nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 3.4 Jahren (min. 35 Tage; max. 9 Jahre). Diese Einteilung ist zu hinterfragen, da bei unserer Untersuchung Implantate mit einem Wert von über +5 als nicht osseointegriert registriert wurden.

Naert et al. (1998) evaluierten die Periotest[®]-Werte baseline und nach fünf Jahren für Magnet-, Kugelkopf- und Stegattachments in einer prospektiven Studie. Bei den Stegkonstruktionen wurde baseline ein Wert von -3.5, nach fünf Jahren -5.1; bei den Magnetattachments baseline -3.7, nach fünf Jahren -4.4 und bei den Kugelkopfattachments baseline -3.1 und nach fünf Jahren -5.1, ermittelt. Die erhobenen Periotest[®]-Werte unterschieden sich zwischen den einzelnen Gruppen nicht, jedoch waren die Werte nach einer Beobachtungszeit von fünf Jahren statistisch signifikant kleiner (besser) als baseline. Auch bei dieser vorliegenden Arbeit konnte eine leichte Verbesserung der Periotest[®]-Werte observiert werden, jedoch waren diese statistisch nicht signifikant.

Eine nicht objektiv beurteilbare Einteilung, um den Grad der Osseointegration zu bestimmen, trafen Assad et al. (2007). Mit den Enden von zwei Metallspiegeln versuchten sie die Implantate entweder in bukkolingualer oder mesiodistaler Richtung zu bewegen. Jede Implantatbewegung wurde als Verlust angegeben. Weiters perkutierten sie die Abutments und trafen folgende Einteilung [nach (Batenburg et al. 1998)]: Grad 0 = hoher Perkussionston; Grad 1 = dumpfer Perkussionston, Zeichen für Implantatmobilität.

Das Ziel einer Implantatabformung ist die präzise Übertragung der Mund- auf die Modellsituation um bei der prothetischen Versorgung jeglichen Stress auf die Implantate zu vermeiden (Jemt et al. 1996, Lie & Jemt 1994, Lorenzoni et al. 2000, Wee et al. 1999). Beeinflussende Faktoren sind: die Anzahl und Angulation der abzuformenden Implantate, das Abformmaterial und die Abformtechnik (Lee et al. 2008). Einige Autoren sprechen davon, dass schlecht sitzende Suprakonstruktionen den Langzeiterfolg von Implantaten beeinflussen, jedoch nicht die Osseointegration (Jemt & Book 1996, Smedberg et al. 1996, Taylor et al. 2000). Unbestritten ist der negative Effekt auf die prothetische Erfolgsrate wie zum Beispiel Schraubenfrakturen/ -verlust und eine erhöhte Anlagerung des Biofilms bei Retentionsnischen (Jemt et al. 1992, Kallus & Bessing 1994, Kan et al. 1999, Kohavi 1993, Tolman & Laney 1992). In der Literatur findet man unterschiedliche Ergebnisse bezüglich der Übertragungsgenauigkeit von pick-up und Repositionstechnik. Naconecy et al. (2004) und Vigolo et al. (2003) beobachteten dass nur die verblockte pick-up Technik zu einer präzisen Abformung führt, da unverblockte Abdruckpfosten keine genaueren Abdrücke im Vergleich zur Repositionstechnik zulassen. Im Gegensatz dazu konnte von Herbst et al. (2000) kein Unterschied zwischen der verblockten und unverblockten pick-up Technik observiert werden. Zwei Arbeitsgruppen sprechen sogar von geringeren Abweichungen bei der unverblockten Abformung (Burawi et al. 1997, Inturregui et al. 1993).

Eine systematische Literaturanalyse zeigte, dass sich die Repositionstechnik nicht von der pick-up Technik bei Abformungen von drei und weniger Implantaten in Bezug auf die Präzision voneinander unterscheiden, bei vier und mehr Implantaten die pick-up Technik und ein Polyether Abformmaterial eine genauere Übertragung zulassen (Lee et al. 2008, Rashidan et al. 2009). Bei der vorliegenden Arbeit kamen sowohl die Repositionstechnik als auch die pick-up Technik zur Anwendung, wobei nach dem Verschrauben der Stege mit den Implantaten immer radiologische Kontrollaufnahmen und der Sheffield Test zur Überprüfung einer spaltfreien Passung der Stege auf den Implantaten durchgeführt wurden (Eisenmann et al. 2004).

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten, dass sowohl sofort versorgte als auch konventionell versorgte Implantate im zahnlosen Unterkiefer stabile periimplantäre Verhältnisse und geringe prothetische Komplikationen mit einer hohen Patientenzufriedenheit und gleich guten Implantatüberlebensraten aufwiesen.

Die Sofortversorgung bietet zahnlosen Patienten die Möglichkeit innerhalb von einer Woche einen implantatretinierten Zahnersatz zu erhalten, ohne dabei die Implantateinheilung negativ zu beeinflussen. Der Patientenkomfort nimmt bei modernen Versorgungsvarianten einen immer höheren Stellenwert ein, wenngleich der technische Aufwand und die kürzeren Kontrollintervalle für den Behandler einen Mehraufwand bedeuten. Bei der konventionellen Versorgung kommt der Patient eine Woche nach Implantation zur Nahtentfernung und nach drei Monaten zur Implantateröffnungsoperation, sollten in der Zwischenzeit keine Komplikationen aufgetreten sein. Die Belastung einer Zweitoperation lässt sich durch minimalinvasive Techniken und entsprechende postoperative Mitarbeit der Patienten reduzieren.

Wie bereits besprochen ist eine ausreichende Primärstabilität (> 32 Ncm) Grundvoraussetzung für eine Sofortversorgung. Trotz der relativ guten Knochenverhältnisse (Quantität und Qualität) in der interforaminalen Region lassen sich nicht immer hohe Stabilitäten erzielen und eine intraoperative Planungsänderung ist notwendig. In diesen Fällen ist eine ausführliche präoperative Aufklärung von besonderer Wichtigkeit, um die Patienten über Vor- und Nachteile der einzelnen Versorgungsmöglichkeiten und etwaige kurzfristige Änderungen aufzuklären.

Bei beiden implantatprothetischen Rehabilitationen spielt die starre Verblockung eine wichtige Rolle. Nur so können langfristige Implantatüberlebensraten gewährleistet und Mikrobewegungen während der Einheilung vermieden werden. Zahlreiche Autoren sprechen von einer suffizienten Patientenversorgung mit zwei Implantaten im zahnlosen Unterkiefer. Diese gehen aber nicht auf eine mögliche paraaxiale Belastung der Implantate ein. Die Belastung im Kauzentrum führt zu einer fortschreitenden Resorption in der Molarenregion und kürzere Kontrollintervalle mit der Notwendigkeit einer Unterfütterung sind die Folge.

Sowohl die sofortige als auch die konventionelle Versorgung mit vier interforaminalen Implantaten, einem Dolder-Steg und einer Hybridprothese stellen heutzutage eine Standardversorgung zahnloser Patienten dar, die nach entsprechender Indikationsstellung,

Patientenselektion, präoperativer Planung sowie chirurgischer als auch prothetischer Umsetzung zu einer Verbesserung der Lebensqualität und langfristigen implantatprothetischen Überlebensrate führt.

6.1 Wesentliche Erkenntnisse dieser Untersuchung:

1. Implantatüberlebensrate von 98.3 % bei sofort versorgten Implantaten und 99.4 % bei konventionell versorgten Implantaten nach einer maximalen Beobachtungszeit von zehn Jahren
2. Der mediane Periotest[®] -Wert lag bei der sofort versorgten Gruppe bei -4,25 und bei den konventionell versorgten Implantaten bei -5
3. Der mittlere gemessene Knochenverlust um die konventionell versorgten Implantate betrug baseline 0.41 mm und stieg bis zehn Jahre nach Implantation auf 1.65 mm an, respektive 0.51 mm und 1.78 mm bei den sofort versorgten Implantaten.
4. Nach einer maximalen Beobachtungszeit von bis zu zehn Jahren konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den anterioren (regio 32 und 42) und den posterioren (regio 34 und 44) - weder für die sofort versorgten noch für die konventionell versorgten - Implantate festgestellt werden.

Projektplan

Arbeitsthema

Die implantatprothetischen Versorgungsmöglichkeiten des zahnlosen Unterkiefers unter besonderer Berücksichtigung des marginalen Knochenverlustes um XiVE[®] Implantate

Fragestellung

1. Wie verhält sich der marginale mesiale und distale Knochen bei vier interforaminalen Implantaten im zahnlosen Unterkiefer bei unterschiedlichen Belastungszeitpunkten vom Zeitpunkt der Implantation (baseline) bis zu einer maximalen Beobachtungszeit von zehn Jahren?
2. Wirken auf die anterioren Implantate andere Kräfte als auf die posterioren Implantate und sind unterschiedliche Knochenresorptionen zu beobachten?
3. Welchen Einfluss hat die Implantat-Primärstabilität auf die Implantatüberlebensrate?
4. Traten bei dieser Operationstechnik Komplikationen auf?
5. Wie hoch sind die Periotest[®]-Werte?
6. Wie viele Implantatverluste gab es während des gesamten Beobachtungszeitraumes?
7. Traten prothetische Komplikationen auf?

Patientenkollektiv

Patienten, die im angegebenen Zeitraum an der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Klinische Abteilung für Zahnersatzkunde, Graz behandelt wurden.

Quelle

„Implantatdatenbank Graz“ und personenbezogene Nachuntersuchungen

7 Literatur

1. Adell, R., Eriksson, B., Lekholm, U., Branemark, P.I. & Jemt, T., (1990) Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants* **5**: 347-359.
2. Adell, R., Lekholm, U., Rockler, B. & Branemark, P.I., (1981) A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* **10**: 387-416.
3. Agliardi, E.L., Francetti, L., Romeo, D. & Del Fabbro, M., (2009) Immediate rehabilitation of the edentulous maxilla: Preliminary results of a single-cohort prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* **24**: 887-895.
4. Agliardi, E.L., Francetti, L., Romeo, D., Taschieri, S. & Del Fabbro, M., (2008) Immediate loading in the fully edentulous maxilla without bone grafting: The v-ii-v technique. *Minerva Stomatol* **57**: 251-259, 259-263.
5. Akkocaoglu, M., Uysal, S., Tekdemir, I., Akca, K. & Cehreli, M.C., (2005) Implant design and intraosseous stability of immediately placed implants: A human cadaver study. *Clin Oral Implants Res* **16**: 202-209.
6. Alsabeeha, N., Atieh, M., Swain, M.V. & Payne, A.G., (2010) Attachment systems for mandibular single-implant overdentures: An in vitro retention force investigation on different designs. *Int J Prosthodont* **23**: 160-166.
7. Alsabeeha, N., Payne, A.G., De Silva, R.K. & Swain, M.V., (2009) Mandibular single-implant overdentures: A review with surgical and prosthodontic perspectives of a novel approach. *Clin Oral Implants Res* **20**: 356-365.
8. Aparicio, C., Ouazzani, W., Aparicio, A., Fortes, V., Muela, R., Pascual, A., Codesal, M., Barluenga, N. & Franch, M., (2008) Immediate/early loading of zygomatic implants: Clinical experiences after 2 to 5 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res*.
9. Aparicio, C., Ouazzani, W. & Hatano, N., (2008) The use of zygomatic implants for prosthetic rehabilitation of the severely resorbed maxilla. *Periodontol 2000* **47**: 162-171.
10. Aparicio, C., Perales, P. & Rangert, B., (2001) Tilted implants as an alternative to maxillary sinus grafting: A clinical, radiologic, and periotest study. *Clin Implant Dent Relat Res* **3**: 39-49.

11. Arisan, V., Karabuda, C.Z. & Ozdemir, T., (2010) Implant surgery using bone- and mucosa-supported stereolithographic guides in totally edentulous jaws: Surgical and post-operative outcomes of computer-aided vs. Standard techniques. *Clin Oral Implants Res* **21**: 980-988.
12. Arvidson, K., Esselin, O., Felle-Persson, E., Jonsson, G., Smedberg, J.I. & Soderstrom, U., (2008) Early loading of mandibular full-arch bridges screw retained after 1 week to four to five monotype implants: 3-year results from a prospective multicentre study. *Clin Oral Implants Res* **19**: 693-703.
13. Assad, A.S., Hassan, S.A., Shawky, Y.M. & Badawy, M.M., (2007) Clinical and radiographic evaluation of implant-retained mandibular overdentures with immediate loading. *Implant Dent* **16**: 212-223.
14. Avila, G., Galindo, P., Rios, H. & Wang, H.L., (2007) Immediate implant loading: Current status from available literature. *Implant Dent* **16**: 235-245.
15. Balshi, S.F., Wolfinger, G.J. & Balshi, T.J., (2006) Surgical planning and prosthesis construction using computer technology and medical imaging for immediate loading of implants in the pterygomaxillary region. *Int J Periodontics Restorative Dent* **26**: 239-247.
16. Batenburg, R.H., Meijer, H.J., Raghoobar, G.M. & Vissink, A., (1998) Treatment concept for mandibular overdentures supported by endosseous implants: A literature review. *Int J Oral Maxillofac Implants* **13**: 539-545.
17. Bellini, D., Dos Santos, M.B., De Paula Prisco Da Cunha, V. & Marchini, L., (2009) Patients' expectations and satisfaction of complete denture therapy and correlation with locus of control. *J Oral Rehabil* **36**: 682-686.
18. Berg, E., (1993) Acceptance of full dentures. *Int Dent J* **43**: 299-306.
19. Bergkvist, G., Koh, K.J., Sahlholm, S., Klintstrom, E. & Lindh, C., (2010) Bone density at implant sites and its relationship to assessment of bone quality and treatment outcome. *Int J Oral Maxillofac Implants* **25**: 321-328.
20. Boskovic, M.M., Castelnuovo, J. & Brudvik, J.S., (2000) Surgical template for completely edentulous patients. *Int J Periodontics Restorative Dent* **20**: 181-189.
21. Branemark, P.I., Adell, R., Breine, U., Hansson, B.O., Lindstrom, J. & Ohlsson, A., (1969) Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* **3**: 81-100.

22. Branemark, P.I., Hansson, B.O., Adell, R., Breine, U., Lindstrom, J., Hallen, O. & Ohman, A., (1977) Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* **16**: 1-132.

23. Broggin, N., McManus, L.M., Hermann, J.S., Medina, R.U., Oates, T.W., Schenk, R.K., Buser, D., Mellonig, J.T. & Cochran, D.L., (2003) Persistent acute inflammation at the implant-abutment interface. *J Dent Res* **82**: 232-237.

24. Brosky, M.E., Koriath, T.W. & Hodges, J., (2003) The anterior cantilever in the implant-supported screw-retained mandibular prosthesis. *J Prosthet Dent* **89**: 244-249.

25. Brunski, J.B., (1993) Avoid pitfalls of overloading and micromotion of intraosseous implants. *Dent Implantol Update* **4**: 77-81.

26. Bryant, S.R., MacDonald-Jankowski, D. & Kim, K., (2007) Does the type of implant prosthesis affect outcomes for the completely edentulous arch? *Int J Oral Maxillofac Implants* **22 Suppl**: 117-139.

27. Burawi, G., Houston, F., Byrne, D. & Claffey, N., (1997) A comparison of the dimensional accuracy of the splinted and unsplinted impression techniques for the bone-lock implant system. *J Prosthet Dent* **77**: 68-75.

28. Calandriello, R. & Tomatis, M., (2005) Simplified treatment of the atrophic posterior maxilla via immediate/early function and tilted implants: A prospective 1-year clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* **7 Suppl 1**: S1-12.

29. Capelli, M., Zuffetti, F., Del Fabbro, M. & Testori, T., (2007) Immediate rehabilitation of the completely edentulous jaw with fixed prostheses supported by either upright or tilted implants: A multicenter clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* **22**: 639-644.

30. Carlsson, G.E., Lindquist, L.W. & Jemt, T., (2000) Long-term marginal periimplant bone loss in edentulous patients. *Int J Prosthodont* **13**: 295-302.

31. Casap, N., Tarazi, E., Wexler, A., Sonnenfeld, U. & Lustmann, J., (2005) Intraoperative computerized navigation for flapless implant surgery and immediate loading in the edentulous mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* **20**: 92-98.

32. Cawood, J.I. & Howell, R.A., (1988) A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* **17**: 232-236.
33. Cehreli, M.C., Karasoy, D., Kokat, A.M., Akca, K. & Eckert, S., (2010) A systematic review of marginal bone loss around implants retaining or supporting overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants* **25**: 266-277.
34. Chiapasco, M., Gatti, C., Rossi, E., Haefliger, W. & Markwalder, T.H., (1997) Implant-retained mandibular overdentures with immediate loading. A retrospective multicenter study on 226 consecutive cases. *Clin Oral Implants Res* **8**: 48-57.
35. Chung, D.M., Oh, T.J., Lee, J., Misch, C.E. & Wang, H.L., (2007) Factors affecting late implant bone loss: A retrospective analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* **22**: 117-126.
36. Clelland, N.L., Carr, A.B. & Gilat, A., (1996) Comparison of strains transferred to a bone simulant between as-cast and postsoldered implant frameworks for a five-implant-supported fixed prosthesis. *J Prosthodont* **5**: 193-200.
37. Cochran, D.L., Morton, D. & Weber, H.P., (2004) Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* **19 Suppl**: 109-113.
38. De Bruyn, H., Van de Velde, T. & Collaert, B., (2008) Immediate functional loading of tioblast dental implants in full-arch edentulous mandibles: A 3-year prospective study. *Clin Oral Implants Res* **19**: 717-723.
39. Degidi, M., Nardi, D. & Piattelli, A., (2010) Prospective study with a 2-year follow-up on immediate implant loading in the edentulous mandible with a definitive restoration using intra-oral welding. *Clin Oral Implants Res*.
40. Degidi, M. & Piattelli, A., (2005) 7-year follow-up of 93 immediately loaded titanium dental implants. *J Oral Implantol* **31**: 25-31.
41. Duyck, J., Van Oosterwyck, H., Vander Sloten, J., De Cooman, M., Puers, R. & Naert, I., (1999) In vivo forces on oral implants supporting a mandibular overdenture: The influence of attachment system. *Clin Oral Investig* **3**: 201-207.

42. Eisenmann, E., Mokabberi, A., Walter, M.H. & Freesmeyer, W.B., (2004) Improving the fit of implant-supported superstructures using the spark erosion technique. *Int J Oral Maxillofac Implants* **19**: 810-818.
43. Eitner, S., Schlegel, A., Emeka, N., Holst, S., Will, J. & Hamel, J., (2008) Comparing bar and double-crown attachments in implant-retained prosthetic reconstruction: A follow-up investigation. *Clin Oral Implants Res* **19**: 530-537.
44. Ellis, J.S., Burawi, G., Walls, A. & Thomason, J.M., (2009) Patient satisfaction with two designs of implant supported removable overdentures; ball attachment and magnets. *Clin Oral Implants Res* **20**: 1293-1298.
45. Emami, E., Heydecke, G., Rompre, P.H., de Grandmont, P. & Feine, J.S., (2009) Impact of implant support for mandibular dentures on satisfaction, oral and general health-related quality of life: A meta-analysis of randomized-controlled trials. *Clin Oral Implants Res* **20**: 533-544.
46. Esposito, M., Grusovin, M.G., Achille, H., Coulthard, P. & Worthington, H.V., (2009) Interventions for replacing missing teeth: Different times for loading dental implants. *Cochrane Database Syst Rev*: CD003878.
47. Esposito, M., Grusovin, M.G., Willings, M., Coulthard, P. & Worthington, H.V., (2007) The effectiveness of immediate, early, and conventional loading of dental implants: A cochrane systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants* **22**: 893-904.
48. Fortin, Y., Sullivan, R.M. & Rangert, B.R., (2002) The marius implant bridge: Surgical and prosthetic rehabilitation for the completely edentulous upper jaw with moderate to severe resorption: A 5-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* **4**: 69-77.
49. Francetti, L., Agliardi, E., Testori, T., Romeo, D., Taschieri, S. & Fabbro, M.D., (2008) Immediate rehabilitation of the mandible with fixed full prosthesis supported by axial and tilted implants: Interim results of a single cohort prospective study. *Clin Implant Dent Relat Res* **10**: 255-263.
50. Gahleitner, A., Watzek, G. & Imhof, H., (2003) Dental ct: Imaging technique, anatomy, and pathologic conditions of the jaws. *Eur Radiol* **13**: 366-376.
51. Gallucci, G.O., Morton, D. & Weber, H.P., (2009) Loading protocols for dental implants in edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* **24 Suppl**: 132-146.

52. Gapski, R., Wang, H.L., Mascarenhas, P. & Lang, N.P., (2003) Critical review of immediate implant loading. *Clin Oral Implants Res* **14**: 515-527.
53. Gatti, C., Haefliger, W. & Chiapasco, M., (2000) Implant-retained mandibular overdentures with immediate loading: A prospective study of iti implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* **15**: 383-388.
54. Geering, A.H. & Kundert, M., (1992) Total- und hybridprothetik, farbatlantent der zahnmedizin. *Thieme, Stuttgart* **2**.
55. Gotfredsen, K., (1997) Implant supported overdentures--the copenhagen experience. *J Dent* **25 Suppl 1**: S39-42.
56. Gross, M.D., (2008) Occlusion in implant dentistry. A review of the literature of prosthetic determinants and current concepts. *Aust Dent J* **53 Suppl 1**: S60-68.
57. Heckmann, S.M., Schrott, A., Graef, F., Wichmann, M.G. & Weber, H.P., (2004) Mandibular two-implant telescopic overdentures. *Clin Oral Implants Res* **15**: 560-569.
58. Herbst, D., Nel, J.C., Driessen, C.H. & Becker, P.J., (2000) Evaluation of impression accuracy for osseointegrated implant supported superstructures. *J Prosthet Dent* **83**: 555-561.
59. Hermann, J.S., Buser, D., Schenk, R.K., Schoolfield, J.D. & Cochran, D.L., (2001) Biologic width around one- and two-piece titanium implants. *Clin Oral Implants Res* **12**: 559-571.
60. Horiuchi, K., Uchida, H., Yamamoto, K. & Sugimura, M., (2000) Immediate loading of branemark system implants following placement in edentulous patients: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* **15**: 824-830.
61. Inturregui, J.A., Aquilino, S.A., Ryther, J.S. & Lund, P.S., (1993) Evaluation of three impression techniques for osseointegrated oral implants. *J Prosthet Dent* **69**: 503-509.
62. Jaffin, R.A. & Berman, C.L., (1991) The excessive loss of branemark fixtures in type iv bone: A 5-year analysis. *J Periodontol* **62**: 2-4.
63. Jemt, T., (1991) Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by branemark implants in edentulous jaws: A

- study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. *Int J Oral Maxillofac Implants* **6**: 270-276.
64. Jemt, T. & Book, K., (1996) Prosthesis misfit and marginal bone loss in edentulous implant patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* **11**: 620-625.
65. Jemt, T., Book, K., Lie, A. & Borjesson, T., (1994) Mucosal topography around implants in edentulous upper jaws. Photogrammetric three-dimensional measurements of the effect of replacement of a removable prosthesis with a fixed prosthesis. *Clin Oral Implants Res* **5**: 220-228.
66. Jemt, T. & Lekholm, U., (1998) Measurements of bone and frame-work deformations induced by misfit of implant superstructures. A pilot study in rabbits. *Clin Oral Implants Res* **9**: 272-280.
67. Jemt, T., Linden, B. & Lekholm, U., (1992) Failures and complications in 127 consecutively placed fixed partial prostheses supported by branemark implants: From prosthetic treatment to first annual checkup. *Int J Oral Maxillofac Implants* **7**: 40-44.
68. Jemt, T., Rubenstein, J.E., Carlsson, L. & Lang, B.R., (1996) Measuring fit at the implant prosthodontic interface. *J Prosthet Dent* **75**: 314-325.
69. Kallus, T. & Bessing, C., (1994) Loose gold screws frequently occur in full-arch fixed prostheses supported by osseointegrated implants after 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* **9**: 169-178.
70. Kan, J.Y., Rungcharassaeng, K., Bohsali, K., Goodacre, C.J. & Lang, B.R., (1999) Clinical methods for evaluating implant framework fit. *J Prosthet Dent* **81**: 7-13.
71. Kohavi, D., (1993) Complications in the tissue integrated prostheses components: Clinical and mechanical evaluation. *J Oral Rehabil* **20**: 413-422.
72. Koutouzis, T. & Wennstrom, J.L., (2007) Bone level changes at axial- and non-axial-positioned implants supporting fixed partial dentures. A 5-year retrospective longitudinal study. *Clin Oral Implants Res* **18**: 585-590.
73. Krekmanov, L., (2000) Placement of posterior mandibular and maxillary implants in patients with severe bone deficiency: A clinical report of procedure. *Int J Oral Maxillofac Implants* **15**: 722-730.

74. Krekmanov, L., Kahn, M., Rangert, B. & Lindstrom, H., (2000) Tilting of posterior mandibular and maxillary implants for improved prosthesis support. *Int J Oral Maxillofac Implants* **15**: 405-414.
75. Krennmair, G., Krainhofner, M. & Piehslinger, E., (2007) Implant-supported mandibular overdentures retained with a milled bar: A retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* **22**: 987-994.
76. Krennmair, G., Krainhofner, M. & Piehslinger, E., (2008) The influence of bar design (round versus milled bar) on prosthodontic maintenance of mandibular overdentures supported by 4 implants: A 5-year prospective study. *Int J Prosthodont* **21**: 514-520.
77. Lai, H., Zhang, F., Zhang, B., Yang, C. & Xue, M., (1998) Influence of percentage of osseointegration on stress distribution around dental implants. *Chin J Dent Res* **1**: 7-11.
78. Ledermann, P., (1979) [bar-prosthetic management of the edentulous mandible by means of plasma-coated implantation with titanium screws]. *Dtsch Zahnarztl Z* **34**: 907-911.
79. Lee, H., So, J.S., Hochstedler, J.L. & Ercoli, C., (2008) The accuracy of implant impressions: A systematic review. *J Prosthet Dent* **100**: 285-291.
80. Lekholm, U. & Zarb, G.A. (1985) Patient selection and preparation In: P. I. Branemark, G. A. Zarb and T. Albrektsson, eds. *Osseointegration in clinical dentistry*, 199-209. Chicago: Quintessence.
81. Liddelow, G.J. & Henry, P.J., (2007) A prospective study of immediately loaded single implant-retained mandibular overdentures: Preliminary one-year results. *J Prosthet Dent* **97**: S126-137.
82. Lie, A. & Jemt, T., (1994) Photogrammetric measurements of implant positions. Description of a technique to determine the fit between implants and superstructures. *Clin Oral Implants Res* **5**: 30-36.
83. Lindquist, L.W., Carlsson, G.E. & Jemt, T., (1997) Association between marginal bone loss around osseointegrated mandibular implants and smoking habits: A 10-year follow-up study. *J Dent Res* **76**: 1667-1674.
84. Loe, H. & Silness, J., (1963) Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand* **21**: 533-551.

85. Lorenzoni, M., Pertl, C., Penkner, K., Polansky, R., Sedaj, B. & Wegscheider, W.A., (2000) Comparison of the transfer precision of three different impression materials in combination with transfer caps for the frialit-2 system. *J Oral Rehabil* **27**: 629-638.
86. Lundqvist, S., Haraldson, T. & Lindblad, P., (1992) Speech in connection with maxillary fixed prostheses on osseointegrated implants: A three-year follow-up study. *Clin Oral Implants Res* **3**: 176-180.
87. Malo, P., Rangert, B. & Dvarsater, L., (2000) Immediate function of branemark implants in the esthetic zone: A retrospective clinical study with 6 months to 4 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* **2**: 138-146.
88. Malo, P., Rangert, B. & Nobre, M., (2005) All-on-4 immediate-function concept with branemark system implants for completely edentulous maxillae: A 1-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* **7 Suppl 1**: S88-94.
89. Malo, P., Rangert, B. & Nobre, M., (2003) "All-on-four" Immediate-function concept with branemark system implants for completely edentulous mandibles: A retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* **5 Suppl 1**: 2-9.
90. Manor, Y., Oubaid, S., Mardinger, O., Chaushu, G. & Nissan, J., (2009) Characteristics of early versus late implant failure: A retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg* **67**: 2649-2652.
91. McAlarney, M.E. & Stavropoulos, D.N., (1996) Determination of cantilever length-anterior-posterior spread ratio assuming failure criteria to be the compromise of the prosthesis retaining screw-prosthesis joint. *Int J Oral Maxillofac Implants* **11**: 331-339.
92. Meijer, H.J., Batenburg, R.H., Raghoobar, G.M. & Vissink, A., (2004) Mandibular overdentures supported by two branemark, imz or iti implants: A 5-year prospective study. *J Clin Periodontol* **31**: 522-526.
93. Meijer, H.J., Kuiper, J.H., Starmans, F.J. & Bosman, F., (1992) Stress distribution around dental implants: Influence of superstructure, length of implants, and height of mandible. *J Prosthet Dent* **68**: 96-102.
94. Meijer, H.J., Raghoobar, G.M., Batenburg, R.H. & Vissink, A., (2009) Mandibular overdentures supported by two branemark, imz or iti implants: A ten-year prospective randomized study. *J Clin Periodontol* **36**: 799-806.

95. Menicucci, G., Lorenzetti, M., Pera, P. & Preti, G., (1998) Mandibular implant-retained overdenture: A clinical trial of two anchorage systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* **13**: 851-856.
96. Menicucci, G., Lorenzetti, M., Pera, P. & Preti, G., (1998) Mandibular implant-retained overdenture: Finite element analysis of two anchorage systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* **13**: 369-376.
97. Mericske-Stern, R., (1990) Clinical evaluation of overdenture restorations supported by osseointegrated titanium implants: A retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* **5**: 375-383.
98. Mericske-Stern, R., Steinlin Schaffner, T., Marti, P. & Geering, A.H., (1994) Peri-implant mucosal aspects of iti implants supporting overdentures. A five-year longitudinal study. *Clin Oral Implants Res* **5**: 9-18.
99. Mericske-Stern, R. & Zarb, G.A., (1993) Overdentures: An alternative implant methodology for edentulous patients. *Int J Prosthodont* **6**: 203-208.
100. Mericske-Stern, R.D., Taylor, T.D. & Belser, U., (2000) Management of the edentulous patient. *Clin Oral Implants Res* **11 Suppl 1**: 108-125.
101. Misch, C.E., Wang, H.L., Misch, C.M., Sharawy, M., Lemons, J. & Judy, K.W., (2004) Rationale for the application of immediate load in implant dentistry: Part ii. *Implant Dent* **13**: 310-321.
102. Mojon, P., (2003) The world without teeth: Demographic trends. In *fine js, carlsson ge, editors: Implant overdentures: The standard of care for edentulous patients, carol stream*
103. *Quintessence Int.*
104. Mombelli, A. & Mericske-Stern, R., (1990) Microbiological features of stable osseointegrated implants used as abutments for overdentures. *Clin Oral Implants Res* **1**: 1-7.
105. Mombelli, A., van Oosten, M.A., Schurch, E., Jr. & Land, N.P., (1987) The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol* **2**: 145-151.
106. Naconecy, M.M., Teixeira, E.R., Shinkai, R.S., Frasca, L.C. & Cervieri, A., (2004) Evaluation of the accuracy of 3 transfer techniques for

- implant-supported prostheses with multiple abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* **19**: 192-198.
107. Naert, I., Gizani, S., Vuylsteke, M. & van Steenberghe, D., (1998) A 5-year randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants in the mandibular overdenture therapy. Part i: Peri-implant outcome. *Clin Oral Implants Res* **9**: 170-177.
108. Naert, I., Quirynen, M., van Steenberghe, D. & Darius, P., (1992) A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses. Part ii: Prosthetic aspects. *J Prosthet Dent* **68**: 949-956.
109. Nagasao, T., Kobayashi, M., Tsuchiya, Y., Kaneko, T. & Nakajima, T., (2003) Finite element analysis of the stresses around fixtures in various reconstructed mandibular models--part ii (effect of horizontal load). *J Craniomaxillofac Surg* **31**: 168-175.
110. Neugebauer, J., Traini, T., Thams, U., Piattelli, A. & Zoller, J.E., (2006) Peri-implant bone organization under immediate loading state. Circularly polarized light analyses: A minipig study. *J Periodontol* **77**: 152-160.
111. Nikellis, I., Levi, A. & Nicolopoulos, C., (2004) Immediate loading of 190 endosseous dental implants: A prospective observational study of 40 patient treatments with up to 2-year data. *Int J Oral Maxillofac Implants* **19**: 116-123.
112. Norton, M.R. & Gamble, C., (2001) Bone classification: An objective scale of bone density using the computerized tomography scan. *Clin Oral Implants Res* **12**: 79-84.
113. Ottoni, J.M., Oliveira, Z.F., Mansini, R. & Cabral, A.M., (2005) Correlation between placement torque and survival of single-tooth implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* **20**: 769-776.
114. Payer, M., Kirmeier, R., Jakse, N., Wimmer, G., Wegscheider, W. & Lorenzoni, M., (2008) Immediate provisional restoration of xive screw-type implants in the posterior mandible. *Clin Oral Implants Res* **19**: 160-165.
115. Petersen, P.E., Bourgeois, D., Ogawa, H., Estupinan-Day, S. & Ndiaye, C., (2005) The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bull World Health Organ* **83**: 661-669.

116. Rangert, B., Jemt, T. & Jorneus, L., (1989) Forces and moments on branemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* **4**: 241-247.
117. Rashidan, N., Alikhasi, M., Samadzadeh, S., Beyabanaki, E. & Kharazifard, M.J., (2009) Accuracy of implant impressions with different impression coping types and shapes. *Clin Implant Dent Relat Res*.
118. Redford, M., Drury, T.F., Kingman, A. & Brown, L.J., (1996) Denture use and the technical quality of dental prostheses among persons 18-74 years of age: United states, 1988-1991. *J Dent Res* **75 Spec No**: 714-725.
119. Rodrigo, D., Aracil, L., Martin, C. & Sanz, M., (2009) Diagnosis of implant stability and its impact on implant survival: A prospective case series study. *Clin Oral Implants Res*.
120. Romanos, G.E., (2004) Present status of immediate loading of oral implants. *J Oral Implantol* **30**: 189-197.
121. Romanos, G.E. & Nentwig, G.H., (2008) Immediate loading using cross-arch fixed restorations in heavy smokers: Nine consecutive case reports for edentulous arches. *Int J Oral Maxillofac Implants* **23**: 513-519.
122. Romeo, E., Chiapasco, M., Lazza, A., Casentini, P., Ghisolfi, M., Iorio, M. & Vogel, G., (2002) Implant-retained mandibular overdentures with iti implants. *Clin Oral Implants Res* **13**: 495-501.
123. Rosenfeld, A.L., Mandelaris, G.A. & Tardieu, P.B., (2006) Prosthetically directed implant placement using computer software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. Part 3: Stereolithographic drilling guides that do not require bone exposure and the immediate delivery of teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent* **26**: 493-499.
124. Sarmant, D.P., Sukovic, P. & Clinthorne, N., (2003) Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int J Oral Maxillofac Implants* **18**: 571-577.
125. Semper, W., Heberer, S. & Nelson, K., (2010) Retrospective analysis of bar-retained dentures with cantilever extension: Marginal bone level changes around dental implants over time. *Int J Oral Maxillofac Implants* **25**: 385-393.

126. Sennerby, L. & Meredith, N., (2008) Implant stability measurements using resonance frequency analysis: Biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol 2000* **47**: 51-66.
127. Sertgoz, A. & Guvener, S., (1996) Finite element analysis of the effect of cantilever and implant length on stress distribution in an implant-supported fixed prosthesis. *J Prosthet Dent* **76**: 165-169.
128. Setz, J., Kramer, A., Benzing, U. & Weber, H., (1989) Complete dentures fixed on dental implants: Chewing patterns and implant stress. *Int J Oral Maxillofac Implants* **4**: 107-111.
129. Simon, H., (2002) Use of transitional implants to support a surgical guide: Enhancing the accuracy of implant placement. *J Prosthet Dent* **87**: 229-232.
130. Small, B.W., (2001) Surgical templates for function and esthetics in dental implants. *Gen Dent* **49**: 30-32, 34.
131. Smedberg, J.I., Nilner, K., Rangert, B., Svensson, S.A. & Glantz, S.A., (1996) On the influence of superstructure connection on implant preload: A methodological and clinical study. *Clin Oral Implants Res* **7**: 55-63.
132. Smith, D.E. & Zarb, G.A., (1989) Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent* **62**: 567-572.
133. Spiekermann, H., (1994) Implantologie, band 10 von farbatlant der Zahnmedizin. *Thieme, Stuttgart*: 388.
134. Szmukler-Moncler, S., Piattelli, A., Favero, G.A. & Dubruille, J.H., (2000) Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology. *Clin Oral Implants Res* **11**: 12-25.
135. Szmukler-Moncler, S., Salama, H., Reingewirtz, Y. & Dubruille, J.H., (1998) Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: Review of experimental literature. *J Biomed Mater Res* **43**: 192-203.
136. Tarnow, D.P., Emtiaz, S. & Classi, A., (1997) Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: Ten consecutive case reports with 1- to 5-year data. *Int J Oral Maxillofac Implants* **12**: 319-324.

137. Taylor, T.D., Agar, J.R. & Vogiatzi, T., (2000) Implant prosthodontics: Current perspective and future directions. *Int J Oral Maxillofac Implants* **15**: 66-75.
138. Testori, T., Meltzer, A., Del Fabbro, M., Zuffetti, F., Troiano, M., Francetti, L. & Weinstein, R.L., (2004) Immediate occlusal loading of osseotite implants in the lower edentulous jaw. A multicenter prospective study. *Clin Oral Implants Res* **15**: 278-284.
139. Tolman, D.E. & Laney, W.R., (1992) Tissue-integrated prosthesis complications. *Int J Oral Maxillofac Implants* **7**: 477-484.
140. Turkyilmaz, I., Ozan, O., Yilmaz, B. & Ersoy, A.E., (2008) Determination of bone quality of 372 implant recipient sites using hounsfield unit from computerized tomography: A clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* **10**: 238-244.
141. Turkyilmaz, I., Sennerby, L., Tumer, C., Yenigul, M. & Avci, M., (2006) Stability and marginal bone level measurements of unsplinted implants used for mandibular overdentures: A 1-year randomized prospective clinical study comparing early and conventional loading protocols. *Clin Oral Implants Res* **17**: 501-505.
142. Ulm, C., Tepper, G., Blahout, R., Rausch-Fan, X., Hienz, S. & Matejka, M., (2009) Characteristic features of trabecular bone in edentulous mandibles. *Clin Oral Implants Res* **20**: 594-600.
143. Van de Velde, T., Collaert, B. & De Bruyn, H., (2007) Immediate loading in the completely edentulous mandible: Technical procedure and clinical results up to 3 years of functional loading. *Clin Oral Implants Res* **18**: 295-303.
144. Vercruyssen, M., Marcelis, K., Coucke, W., Naert, I. & Quirynen, M., (2010) Long-term, retrospective evaluation (implant and patient-centred outcome) of the two-implants-supported overdenture in the mandible. Part 1: Survival rate. *Clin Oral Implants Res*.
145. Vigolo, P., Majzoub, Z. & Cordioli, G., (2003) Evaluation of the accuracy of three techniques used for multiple implant abutment impressions. *J Prosthet Dent* **89**: 186-192.
146. Visser, A., Raghoobar, G.M., Meijer, H.J., Batenburg, R.H. & Vissink, A., (2005) Mandibular overdentures supported by two or four endosseous implants. A 5-year prospective study. *Clin Oral Implants Res* **16**: 19-25.

147. Waddell, J.N., Payne, A.G. & Swain, M.V., (2006) Physical and metallurgical considerations of failures of soldered bars in bar attachment systems for implant overdentures: A review of the literature. *J Prosthet Dent* **96**: 283-288.
148. Wang, H.L., Ormianer, Z., Palti, A., Perel, M.L., Trisi, P. & Sammartino, G., (2006) Consensus conference on immediate loading: The single tooth and partial edentulous areas. *Implant Dent* **15**: 324-333.
149. Wee, A.G., Aquilino, S.A. & Schneider, R.L., (1999) Strategies to achieve fit in implant prosthodontics: A review of the literature. *Int J Prosthodont* **12**: 167-178.
150. Weinstein, R., Agliardi, E., Fabbro, M.D., Romeo, D. & Francetti, L., (2010) Immediate rehabilitation of the extremely atrophic mandible with fixed full-prosthesis supported by four implants. *Clin Implant Dent Relat Res*.
151. Wirz, J., (1993) Klinische material- und werkstoffkunde. *Quintessence Int*.
152. Wirz, J., (1997) Titan in der Zahnmedizin. *Quintessence Int*.
153. Wismeijer, D., van Waas, M.A., Mulder, J., Vermeeren, J.I. & Kalk, W., (1999) Clinical and radiological results of patients treated with three treatment modalities for overdentures on implants of the iti dental implant system. A randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res* **10**: 297-306.
154. Wolfart, S., Braasch, K., Brunzel, S. & Kern, M., (2008) The central single implant in the edentulous mandible: Improvement of function and quality of life. A report of 2 cases. *Quintessence Int* **39**: 541-548.
155. Wostmann, B., Rasch, K.R. & van Benthem, H., (1991) [the attachments of the imz system in full denture prosthodontics]. *Dtsch Zahnarztl Z* **46**: 682-685.
156. Zafiroopoulos, G.G. & Hoffmann, O., (2009) Five-year study of implant placement in regenerated bone and rehabilitation with telescopic crown retained dentures: A case report. *J Oral Implantol* **35**: 303-309.
157. Zani, S.R., Rivaldo, E.G., Frasca, L.C. & Caye, L.F., (2009) Oral health impact profile and prosthetic condition in edentulous patients

rehabilitated with implant-supported overdentures and fixed prostheses. *J Oral Sci* **51**: 535-543.

158. Zechner, W., Trinkl, N., Watzak, G., Busenlechner, D., Tepper, G., Haas, R. & Watzek, G., (2004) Radiologic follow-up of peri-implant bone loss around machine-surfaced and rough-surfaced interforaminal implants in the mandible functionally loaded for 3 to 7 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* **19**: 216-221.

