

Kopf- und Hautzentrum
Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
des Universitätsklinikums Hamburg- Eppendorf
Direktor: Prof. Dr. Dr. R. Schmelzle

**„Einflüsse prothetischer Versorgungen von
Einzelzahnimplantaten des ITI Typs auf Osseointegration und
Knochenverlust.“
Eine retrospektive Studie.**

Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg vorgelegt von

Tobias Günther
aus Frankfurt

Hamburg 2005

Angenommen von dem Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am: 24.02.2006

Veröffentlicht mit der Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität
Hamburg

Prüfungsausschuss, Vorsitzende/r: PD Dr. Dr. M. Vesper

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter/in: PD Dr. A. Klocke

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter/in: PD Dr. Dr. M. Heiland

1	EINLEITUNG.....	3
1.1	Zielsetzung dieser Studie.....	3
1.2	Grundlagen der Implantologie.....	4
1.2.1	Definition.....	5
1.2.2	Die Entwicklung des ITI-Bonefit Implantatsystems	5
1.3	Einflüsse auf den periimplantären Knochen.....	7
1.3.1	Die Verbindung Implantat mit Knochen.....	7
1.3.2	Der krestale Knochenverlauf	9
1.4	Der prothetische Aufbau	11
1.4.1	Die Einzelzahnversorgung.....	11
2	MATERIAL UND METHODE	15
2.1	Patientenkollektiv	15
2.2	Datenerfassung.....	15
2.2.1	Patientenauswahl	15
2.2.2	Patientenanschreiben.....	16
2.3	Untersuchung.....	16
2.3.1	Gesundheitsfragebogen	16
2.3.2	Röntgendiagnostik.....	17
2.3.3	Intraorale Untersuchung am natürlichen Gebiss zur Ermittlung des parodontalen Status.....	18
2.3.4	Intraorale Untersuchung an Implantaten	19
2.4	Statistische Auswertung	20
3	ERGEBNISSE	22
3.1	Daten zum Patientenkollektiv	22
3.2	Kombination relevanter Daten zur Beantwortung der Fragestellung.....	27
3.2.1	Patientenspezifische Einflussgrößen	27
3.2.2	Implantatspezifische Einflussgrößen.....	31
3.2.3	Suprastruktur	34

3.2.4	Versorgungsdauer	35
4	DISKUSSION	37
4.1	Patientenspezifische Einflussgrößen	37
4.2	Implantatspezifische Einflussgrößen	39
4.3	Suprakonstruktion	42
4.4	Versorgungsdauer	43
4.5	Schlussfolgerung.....	44
5	ZUSAMMENFASSUNG	46
6	LITERATURVERZEICHNIS	48
7	ANHANG.....	55
8	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	58
9	DANKSAGUNG	59
10	LEBENS LAUF	60
11	ERKLÄRUNG.....	61

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung dieser Studie

In der vorliegenden retrospektiven Studie werden Einzelzahnversorgungen untersucht, d. h. ein Implantat ist mit einer Krone belastet, ohne eine starre Verbindung zu einem oder mehrerer Nachbarzähne.

Basierend auf dem Patientengut der Jahre 1996-2000 eines niedergelassenen Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen soll geklärt werden, welche Einflüsse unterschiedliche Faktoren, isoliert und in Kombination betrachtet, auf die radiologisch festgestellte Veränderung des krestalen periimplantären Knochens haben.

Hierzu wurden patienten-spezifische Einflussgrößen wie Parodontopathien, Alter und Geschlecht, implantatspezifische Einflussgrößen wie Implantatlänge und Insertionsort, herangezogen.

Hauptsächlich sollte jedoch in dieser Studie geprüft werden, welchen Einfluss die Belastung, d.h. der okklusale Kontakt auf dem Einzelzahnersatz, sowie die Versorgungsdauer, auf die radiologisch festgestellte Veränderung des krestalen periimplantären Knochens hat.

Für diese Studie wurden ausschließlich Patienten mit ITI-Vollschraubenimplantaten (Straumann, Waldenburg) untersucht. Diese mussten mindestens ein Jahr prothetisch versorgt sein. Zusätzlich kamen vor oder während der Implantation keinerlei augmentative Verfahren zum Einsatz.

Alle Implantate, die in diese Untersuchung eingingen, wurden von einem Operateur in seiner Praxis inseriert.

1.2 Grundlagen der Implantologie

Die orale Implantologie ist heutzutage aus dem Behandlungsspektrum der modernen Zahnmedizin für die Rehabilitation von teil- oder unbezahnten Patienten nicht mehr wegzudenken. Zum einen durch die mittlerweile gute wissenschaftliche Dokumentation dieser Disziplin und zum anderen durch die unzähligen technischen Innovationen auf Seiten der Implantathersteller können die Indikationen für den Einsatz von Implantaten stark ausgeweitet werden. Nicht zuletzt die ständige Verfeinerung der Operationsmethoden sowie die zahntechnischen Verbesserungen ermöglichen eine Ausdehnung der Einsatzgebiete von Implantaten.

Der überwiegende Teil der oralen Implantate wird durch niedergelassene Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen und Zahnärzte gesetzt. Im Jahre 2000 wurden allein in Deutschland ca. 200 000 endossale Implantate inseriert (Neukam 2000).

Die meisten zur Verfügung stehenden Daten und Studien beruhen auf dem Patientengut großer universitärer Einrichtungen oder Kliniken. Deren Voraussetzungen für ein prospektives, konsekutives Vorgehen bei vergleichsweise hohen Patientenzahlen sind daher besser als für niedergelassene Kollegen.

Aufgrund des retrospektiven Studiendesigns unserer Arbeit wurden keinerlei Berechnungen zur Überlebenswahrscheinlichkeit, Erfolgsrate und Misserfolg durchgeführt, zumal ausreichend meist multizentrisch angelegte Studien verfügbar sind, die die Verlässlichkeit und den Langzeiterfolg des ITI-Bonefit Implantatsystems dokumentieren.

Buser ermittelte in einer 8-jährigen „life table“-Analyse mit 1141 Vollschraubenimplantaten des ITI-Systems eine kumulierte Erfolgsrate von 96,8% (Buser et al. 1997). In einer anderen Untersuchung, ebenfalls für denselben Typ, konnten Buser und Mitarbeiter eine kumulierte Erfolgsrate von 91,4% über einen 10-jährigen Beobachtungszeitraum dokumentieren (Buser et al. 1999).

Behnekes Ergebnis einer 5-Jahresstudie war eine kumulierte Erfolgsrate von 89,0% (Behneke, Behneke u. d`Hoedt 2000). Brocard ermittelte bei 251 konsekutiv inserierten ITI-Vollschraubenimplantaten über den Zeitraum von 7 Jahren eine kumulierte Erfolgsrate von 94,7% (Brocard et al. 2000). Lambrecht berichtete in einer 10-Jahres „life table“-Analyse über eine kumulierte Erfolgsrate von 96,4%

(Lambrecht et al. 2003). Nedir gab in einer 7-Jahres „life table“-Analyse eine kumulierte Erfolgsrate von 99,4% (Nedir et al. 2004).

Die von Fugazzotto gewonnenen Daten stammten aus **3 privaten Praxen**. Er publizierte eine kumulierte Erfolgsrate von 96,1% für das ITI-Bonefit Implantatsystem (Fugazzotto, Vlassis u. Butler 2004).

Unter diversen weltweit im Einsatz befindlichen Implantatsystemen sind das Brånemark System (Nobel Biocare, Göteborg, Schweden) und das ITI-Bonefit Implantatsystem diejenigen, für die die umfassendsten Langzeitdokumentationen verfügbar sind (Bornstein et al. 2003). Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse unserer Studie befassen sich ebenfalls mit dem ITI-Bonefit Implantatsystem.

1.2.1 Definition

Unter „Implantologie“ in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde wird das Einbringen von alloplastischem oder xenogenem Material verstanden, um die Voraussetzungen für eine prothetische oder epithetische Versorgung zu schaffen oder die Rehabilitation funktionell und ästhetisch zu verbessern sowie die physiologischen Involutionsprozesse (Resorption, Funktionsreduktion) zu vermindern (Koeck u. Wagner 2004).

1.2.2 Die Entwicklung des ITI-Bonefit Implantatsystems

Das erste Dentalimplantatsystem der Straumann AG (Waldenburg, Schweiz) wurde in Zusammenarbeit mit einer Arbeitsgruppe um Schröder und Sutter entwickelt. Es gilt als einer der Grundsteine der modernen Implantologie (Scacchi 2000) und ist wissenschaftlich sehr gut dokumentiert.

1974 kam es zum ersten Einsatz in einer menschlichen Mundhöhle. Es war zunächst ein einteiliges, transgingivales Hohlzylinderimplantat mit Perforationen in den Wänden und einer rauen Oberfläche, die so genannte „Titanium Plasma Sprayed“-Oberfläche (TPS), die eine gute ankylotische Einheilung in den Knochen ermöglicht (Schroeder 1979). Diese Beschichtung war zwar aus anderen Disziplinen

bekannt, jedoch neu in der Zahnheilkunde. Die Anwendung war auf den zahnlosen Unterkiefer zwischen den Foramina Mentale begrenzt.

Um das Indikationsspektrum zu erweitern und mehr Stabilität zu erzielen, wurde 1977 das Implantat im Durchmesser verändert und in unterschiedlichen Längen angeboten. Außerdem wurde parallel eine einteilige Vollschraube entwickelt, die so genannte „Swiss Screw“. Da es mitunter wegen schlechter bzw. unzureichender Versorgung zu Problemen mit dem knöchernen Zapfen in den Hohlzylindern kam, führte dieses Defizit zu Knochennekrosen oder zu nicht beherrschbaren Infektionen des periimplantären Gebietes (Scacchi 2000). Die Schraube war zunächst als eine echte Alternative entworfen worden. Sie war ebenfalls TPS-beschichtet und wurde für eine transgingivale Einheilung konzipiert. Ein richtiges Außengewinde führte zu einer deutlich höheren primären Stabilität, zum anderen bot es eine vergrößerte Kontaktfläche zwischen Implantat und Knochen, was erste Einzelzahnversorgungen ermöglichte.

Anfang der 80er Jahre wurden zweiteilige Versionen der beiden Implantattypen entwickelt. Dieses sollte eine bessere provisorische Versorgung ermöglichen, die Ästhetik verbessern und die Indikationen erweitern. Weiterhin wurden eine Hohlzylinderschraube und ein um 15° abgewinkeltes Implantat auf den Markt gebracht (Scacchi 2000).

Mitte der 90er Jahre wurde das Indikationsspektrum erneut erweitert. Ein Implantat mit verringertem Durchmesser und schmalerer Schulter für eine Einzelzahnrekonstruktion wurde vorgestellt. Zusätzlich kam für eine Sofortimplantation nach einer Extraktion ein Implantat mit größerem Durchmesser und vergrößerter Schulter zur Marktreife. Auch das prothetische Handling wurde erstmals seit 1985 verändert.

Nach langen Forschungsarbeiten wurde 1998 eine neue Oberflächenbeschichtung vorgestellt. Die Sandblasted, Large grit, Acid-etched (SLA-) Beschichtung. Die Einheilzeit der Implantate konnte bei gleichzeitiger Verbesserung der Prognose verkürzt werden (Cochran 2000).

Heutzutage sind die Hohlzylinder-, oder Hohlschraubenimplantate vollständig durch das Vollschraubenimplantat ersetzt worden. Auch die SLA-Oberfläche hat sich gegenüber der TPS-Oberfläche durchgesetzt.

Angeboten wird das aktuelle ITI Bonelit Implantatsystem in drei verschiedenen enossalen Durchmessern von 3,3 mm, 4,1 mm und 4,8 mm. Die Versenktiefe reicht von 6 mm bis zu 16 mm. Zusätzlich hat der Anwender die Möglichkeit aus diversen Schulterhöhen und Durchmessern für spezielle Indikationen zu wählen.

1.3 Einflüsse auf den periimplantären Knochen

1.3.1 Die Verbindung Implantat mit Knochen

Der Erfolg eines Implantats hängt unweigerlich von einer festen Verbindung zwischen Implantat und Knochen ab. Die Erforschung einer solchen Verbindung war bereits frühzeitig Gegenstand von Untersuchungen, die den wissenschaftlichen Hintergrund für einen vorhersagbaren Erfolg transgingivaler Implantate aus kommerziell reinem Titan darstellen.

Die Forschergruppe um Brånemark und Schröder beschrieb das biologische Phänomen der Verbindung von Knochen mit den Titanoxiden der Implantatoberfläche als „Osseointegration“ (Brånemark et al. 1969; Schroeder, Pohler u. Sutter 1976; Brånemark et al. 1977; Schroeder et al. 1981). Von dem Gebrauch des Begriffs „Osseointegration“, um eine klinisch erfolgreiche Integration eines Implantates zu charakterisieren, sollte jedoch abgesehen werden, da dieser per definitionem einen direkten Knochen-Implantat-Kontakt als lichtmikroskopisch gewonnen histologischen Befund beschreibt (Cochran 2000).

Im Laufe der Jahre wurden diverse Versuche unternommen, den Verbund von Implantaten und Knochen zu verbessern. Gegenstand vieler Publikationen war die Untersuchung verschiedener Implantatoberflächen, deren Struktur sowie deren biologische Wirksamkeit bezüglich der Gewebeintegration. In der Mehrzahl aller Studien, die meisten davon tierexperimentell, konnte belegt werden, dass es zu einem vermehrten Knochen-Implantatkontakt an rauen Implantatoberflächen im Vergleich zu hochglanzpolierten Oberflächen kam.

Im Vergleich der aufzuwendenden Kraft, die zur Entfernung eines Implantats notwendig ist, die so genannte „removal torque“, konnten Carlsson und Mitarbeiter belegen, dass raue Implantate eine bessere Ausgangsbasis für eine erfolgreiche

Osseointegration boten (Carlsson et al. 1988). In einem ähnlichen tierexperimentellen Versuch fanden Wilke et al. mindestens 6-fach höhere Werte bezüglich der „removal torque“ für SLA- und TPS-beschichtete Implantate im Vergleich zu hochglanzpolierten Implantaten bei einer Einheilzeit von 8-52 Wochen (Wilke, Claes u. Steinemann 1990). Die Forschergruppe um Buser publizierte für SLA- und TPS- beschichtete Implantate im direkten Vergleich mit hochglanzpolierten Implantaten 4-fach höhere „removal torque“-Werte nach einer Einheilzeit von 4 Wochen; nach 12 Wochen waren die Werte sogar um den Faktor 10 erhöht (Buser et al. 1999).

Bezüglich des Anteils der Oberfläche des Implantates, der einen Verbund mit dem Knochen eingeht, konnten ebenfalls bessere Ergebnisse für die rauen Implantatoberflächen gefunden werden. Cook und Mitarbeiter fanden heraus, dass raue Implantate früher und vor allem mehr Knochen-Implantat-Kontakt aufweisen als ähnlich geformte Implantate mit glatter Oberfläche (Thomas u. Cook 1985; Cook et al. 1987; Cook et al. 1992). Buser et al. kamen zu ähnlichen Ergebnissen bei einem Vergleich des prozentualen Implantat-Knochen-Kontaktes. Bei Implantaten mit polierter Oberfläche wurden im Mittel zwischen 20% und 25%, bei TPS-beschichteten zwischen 30% und 40% und SLA-beschichteten Implantaten 50% bis 60% Knochen-Implantat-Kontakt gemessen. Es konnte geschlussfolgert werden, dass das Ausmaß an Knochen-Implantat-Kontakt positiv mit der Oberflächenrauigkeit korreliert (Buser et al. 1991).

Bei einem direkten Vergleich von TPS- mit SLA-beschichteten Implantaten wurden weder klinische noch qualitative Unterschiede bezüglich der periimplantären Gewebe gefunden. SLA-beschichtete Implantate wiesen in dieser Studie jedoch zu frühen Zeitpunkten mehr Knochen-Implantat-Kontakt auf als TPS- beschichtete (Cochran et al. 1998). Da es sich bei Knochen jedoch um eine vitale, durch ständig stattfindende Resorptions- und Appositionsvorgänge dynamische Struktur handelt, kann kein Implantat einen hundertprozentigen Knochen-Implantat-Kontakt aufweisen (Cochran 2000).

Cochran hält es heute für möglich, mit fast allen im klinischen Gebrauch befindlichen Implantatsystemen eine erfolgreiche Osseointegration zu erzielen, vorausgesetzt es liegen ideale Knochenverhältnisse sowie klinische Bedingungen vor (Cochran 2000).

1.3.2 Der krestale Knochenverlauf

Der radiologisch festgestellte Verlauf des krestalen, periimplantären Knochens und seine Veränderung über die Zeit stellen kritische Komponenten in der Beurteilung von Erfolg und Misserfolg endossaler Implantate dar. So darf der Verlust an krestalem Knochen laut der NIH-Erfolgskriterien (National Institute of Health) 1/3 der vertikalen Implantatlänge nicht übersteigen (Schnitman u. Shulman 1980). Die Erfolgskriterien nach Jahn und d'Hoedt sehen vor, dass der anguläre Knochendefekt nicht mehr als 3/10 des konstruktiv endossalen Implantatabschnitts betragen darf (Jahn u. d'Hoedt 1992). Entsprechend der Albrektsson-Erfolgskriterien muss der vertikale Knochenabbau nach dem ersten Jahr der Liegedauer kleiner als 0,2 mm sein (Albrektsson et al. 1986). Die periimplantären Knochenveränderungen im ersten postoperativen Jahr bleiben bei Albrektsson unberücksichtigt. Der radiologisch gemessene Knochenverlust in diesem Zeitraum wird für Implantate des ITI-Bonefit-Typs mit ungefähr 0,8 mm angegeben (Braegger et al. 1998), danach stabilisiert sich das krestale Knocheniveau mit einem jährlich nur noch minimalen Knochenabbau (Buser et al. 1999).

Behneke berichtet über einen Knochenverlust im ersten Jahr zwischen 0,7 mm und 0,8 mm. In darauf folgenden Jahren konnte ein durchschnittlicher Knochenverlust von 0,1 mm festgestellt werden. Innerhalb der Untersuchungsintervalle wurde zu keinem Zeitpunkt ein statistisch signifikanter Unterschied zur Vorjahreskontrolle gefunden, sodass man von stabilen Knochenverhältnissen ausgehen konnte (Behneke et al. 1997; Behneke, Behneke u. d'Hoedt 2000, 2002).

Lindquist ermittelte für einen Zeitraum von 10 Jahren einen Verlust an marginalem Knochen von 0,9 mm und für einen Zeitraum von 15 Jahren von 1,2 mm. Auch er beschreibt in seiner Publikation einen krestalen Knochenverlust von etwa 0,5 mm im ersten Jahr post operationem (Lindquist, Carlsson u. Jemt 1996).

Für den frühzeitigen Knochenverlust machen einige Autoren den so genannten Mikrospace (*engl.*: microgap), einen bei zweiteiligen Implantaten unweigerlich entstehenden Spalt zwischen Implantat und Abutment, verantwortlich. Herrmann et al. konnten in einer tierexperimentellen Studie nachweisen, dass bei allen zweiteiligen Implantaten, unabhängig davon, ob sie submukosal (*engl.*: submerged) oder transmukosal (*engl.*: non-submerged) einheilen, das krestale Knocheniveau etwa 2 mm unterhalb der Implantat-Abutment-Verbindung zu liegen kommt. Wenn der Mikrospace oberhalb des Knochens positioniert wird, wie es bei dem ITI-Bonefit

Implantaten der Fall sein soll, kommt es zu geringeren Umbauvorgängen am krestalen Knochen. Platziert man den Mikropalt hingegen unterhalb des marginalen Knochniveaus, können nicht unerhebliche krestale Knochenverluste auftreten (Hermann et al. 1997).

Haemmerle et al. konnten in einer Studie an ITI-Benefit Implantaten nachweisen, dass das subkrestale Platzieren des polierten Implantatanteils einen signifikanten Einfluss auf die marginalen Resorptionsprozesse des periimplantären Knochens hat. Bei 11 Patienten, die jeweils zwei Implantate benötigten, wurde 1 Implantat gemäß der Herstellerempfehlung inseriert, das andere ca. 1 mm subkrestal positioniert. Die Forscher fanden heraus, dass beide Implantate in den ersten 12 Monaten Knochen verloren. Das marginale Knochniveau subkrestal platzierter Implantate lag durchschnittlich 0,38 mm weiter apikal als das den Herstellerempfehlungen entsprechend inserierte (Haemmerle et al. 1996; Haemmerle, Jung u. Feloutzis 2002). Diese Ergebnisse liefern eine Erklärung für den Knochenverlust submukosal einheilender zweiteiliger Implantatsysteme, die seitdem bei der Ermittlung von Erfolgskriterien solcher Systeme berücksichtigt und akzeptiert werden (Cochran 2000).

Für Knochenverluste von mehr als 0,5 bis 1 mm für den Zeitraum nach prothetischer Versorgung macht Misch die übererhöhte Krafteinwirkung im Sinne einer Überbelastung an der Implantat-Knochen-Verbindung verantwortlich. Einflussgrößen sind Frühkontakte, ungünstige Hebelverhältnisse entlang der prothetischen Versorgung sowie Parafunktionen (Misch 1995; Oh et al. 2002).

Später auftretender Knochenverlust stellt in der Regel eine Kombination aus Überbelastung und bakterieller Infektion durch Anaerobier dar (Steflik, McKinney u. Koth 1982).

1.4 Der prothetische Aufbau

Aufgrund der schnellen Fortschritte auf dem Gebiet der Implantologie und der Implantatprothetik ist es heutzutage fast immer möglich, einen Patienten hinsichtlich seiner Anforderungen und Bedürfnisse zufrieden zu stellen. Die Befestigung einer Prothese eines zahnlosen Patienten mit atrophischem Unterkiefer auf zwei Implantaten und einem Kugelankersystem stellt keine große Herausforderung für den erfahrenen Implantologen und Prothetiker mehr dar. Vielmehr ist es nun möglich, LKG-Patienten (Jansma et al. 1999), Syndrompatienten oder Patienten nach Tumorresektionsoperationen mit ausgeprägten Knochendefiziten sicher zu rehabilitieren (Kovacs 2000). Darüber hinaus, bei starker Einschränkung der Mundhygiene, können Titanmagnetsysteme zum Einsatz kommen, die dem Patienten mehr Lebensqualität durch fester sitzenden Zahnersatz geben (Vesper et al. 1995).

Die orale Implantologie ist heutzutage weit fortgeschritten und hat neben guter Vorhersagbarkeit nahezu unbegrenzte Möglichkeiten.

1.4.1 Die Einzelzahnversorgung

Der Einzelzahnersatz ist nach und nach zur Hauptindikation für eine Implantatrehabilitation geworden. Die Gründe für diese Entwicklung sind sehr vielfältig (Buser u. Arx 2000).

1.4.1.1 Implantatdesigns

Die unterschiedlichen Implantatdimensionen, die von der Industrie angeboten werden, tragen einen Großteil dazu bei. Das schmalste erhältliche ITI-Bonefit Implantat ist das „Narrow Neck“ Design. Es hat einen Durchmesser von 3,3 mm im Körperbereich und 3,5 mm an der Schulter. Es ist speziell für den Ersatz von seitlichen Schneidezähnen im Oberkiefer bzw. für eine Lückenbreite von mindestens 5 mm konzipiert.

Für die Sofortimplantation nach einer Zahnextraktion sind wurzelanaloge Implantatformen mit größeren Durchmessern entwickelt worden. Die Primärstabilität wird erhöht, da die Oberfläche mehr Kontakt zum Knochen hat und damit eine bessere Osseointegration gewährleistet ist. Bei gekippten Zähnen mit konvergierenden Wurzeln kann die Lücke optimal ausgenutzt werden. Die Behandlungszeit wird dadurch verkürzt und das ästhetische Langzeitergebnis verbessert.

1.4.1.2 Augmentation

Sollte das Angebot an Implantatformen für spezielle Indikationen der Einzelzahnversorgung nicht genügen, gibt es chirurgische Möglichkeiten, das Implantatlager operativ zu verbessern, zum Beispiel durch die Augmentation, eine plastische Defektauffüllung (Hildebrandt 1998). Es können unterschiedliche Materialien zur Anwendung kommen. Bevorzugt wird körpereigener Knochen verwendet, der so genannte autologe Knochen. Bei geringen Knochendefiziten können unter Umständen die gewonnen Bohrspäne während der Implantation zur Anlagerung ausreichen. Ist der Defekt größer, kann man auch intraorale Spenderareale für kleinere Knochenchips oder Knochenblöcke nutzen. Der Kieferwinkel, das Kinn oder auch die Spina nasalis anterior werden zum Beispiel häufig zu diesen Zwecken herangezogen. Je nach Ausprägung des Defektes wird eine Augmentation einzeitig, d. h. während der Implantation durchgeführt. In manchen Fällen muss zweizeitig vorgegangen werden. Es wird zunächst augmentiert und nach einer bestimmten Zeit der Wundheilung in einem Zweiteingriff implantiert. Zur besseren Heilung und Wundbedeckung, können auch Membrantechniken benutzt werden (Simion, Trisi u. Piatelli 1994; Buser et al. 1996).

Der autologe Ersatz gilt nach wie vor als der Goldstandard unter den Augmentationsmaterialien. Trotzdem wird dieser häufig mit heterologen oder alloplastischen Biomaterialien kombiniert, um die Menge des zu entnehmenden Knochens zu reduzieren, oder aber auch um Remodulationen besser zu steuern. Unter Umständen wird gänzlich auf körpereigenes Material verzichtet. Grundvoraussetzung hierfür sind eine reizfreie Integration und die Kenntnisse über das Verhalten dieser Substanzen im menschlichen Organismus.

1.4.1.3 Prothetische Alternativen

Prothetische Alternativen zur Versorgung eines Lückengebisses mit Implantaten sind der herkömmliche Brückenersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen als festsitzender Zahnersatz, eine Klebebrücke oder die herausnehmbare Prothese (Misch 2004).

Unterschieden werden muss die Art der entstandenen Lücke nach Zahnverlust. Ist der verlorene Zahn benachbart von eigenen Zähnen, spricht man von einer Schallücke. Stand der verlorene Zahn dagegen am Ende der Zahnreihe, spricht man von einer Freundsituation (Jüde, Kühl u. Roßbach 1996).

Die **Schallücke** wird im Regelfall mit einer Brücke geschlossen. Diese Art der Versorgung ist so zumindest im Leistungskatalog der meisten gesetzlichen Krankenkassen vorgesehen. Der Nachteil dieser Form des Lückenschlusses ist, dass die Pfeilerzähne so präpariert werden müssen, dass sie eine Krone aufnehmen können, unabhängig davon ob diese bereits kleinere oder umfangreichere Füllungen aufweisen oder primär gesund sind. Sie verlieren also gesunde Zahnhartsubstanz und müssen zusätzlich zur eigenen Kaulast auch noch die des zu ersetzenden Zahnes tragen. Priest fand heraus, dass 80% der Nachbarzähne einer Einzelzahnücke im sichtbaren Bereich keine Versorgung benötigten (Priest 1996). Um größtenteils auf die Präparation der Nachbarzähne zu verzichten, werden teilweise Klebebrücken verwendet. Jedoch ist die Haltbarkeit unsicher, da sich die Klebung unter bestimmten Voraussetzungen als nicht sehr haltbar erwiesen hat. Sie eignet sich daher eher im Frontzahnggebiet, wo geringere Kräfte auftreten, oder als provisorischer Zahnersatz.

Für die **Freiendlücke** ist die Regelversorgung die herausnehmbare Modellgussprothese. Ein Stahlgerüst wird so gestaltet, dass der Prothesensattel die vorhandene Zahnreihe verlängert. Mit Halteelementen gegen Abzugskräfte wird diese an der Restbeziehung befestigt. Besondere Nachteile dieser Art der Prothetik sind zum einen die Ästhetik, zum anderen das Gefühl der Patienten Zahnersatz zu haben, da dieser zur Reinigung herausgenommen werden muss. Des Weiteren kommt es zu einer Schädigung der Zähne, die die Verankerungselemente tragen, da die Krafteinleitung in der Regel nicht in axialer Richtung verläuft. Außerdem stellt sich nach längerer Tragezeit eine Kieferkammatrophy ein.

Die Freiendlücke wird daher auch oft unversorgt gelassen, sofern diese nicht zu groß ist.

1.4.1.4 Kosten und Prognose

Da die Kosten des Zahnersatzes für die Patienten eine entscheidende Rolle bei der Wahl der Versorgungsart spielen, ist unter diesem Gesichtspunkt zumindest kurzfristig das Implantat mit einer Krone die teuerste Variante. Durch die chirurgische Leistung und hohe Materialkosten (Implantat, Abutment, Abdruckpfosten usw.) ist eine Brücke aus finanzieller Sicht günstiger.

Der Preisunterschied relativiert sich aber etwas, da die Präparationszeit der Pfeilerzähne entfällt und die damit verbundenen Kosten für die Kronen. Sollte im Laufe der Zeit eine Brücke insuffizient werden, muss sie komplett ersetzt werden. Bei der Einzelzahnversorgung hingegen fallen nur Kosten für eine neue Krone an.

Die Langzeitprognose von Implantatrekonstruktionen ist mehrfach untersucht worden und hat nach 10 Jahren eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 96,2% (Buser et al. 1999). Dem gegenüber liegt die Überlebensrate von herkömmlich festem Zahnersatz nach 15 Jahren unter idealen Bedingungen bei 74% (Creugers, Kayser u. Van` t Hof 1994).

2 Material und Methode

2.1 Patientenkollektiv

Insgesamt sind in dieser Studie 71 Patienten nachuntersucht worden. Voraussetzung zur Teilnahme war die Insertion mindestens eines endossalen Implantates des Typs ITI Bonelit der Firma Straumann (Vollschraubenimplantate). Diese mussten im Zeitraum zwischen 1996 und 2000 implantiert worden sein und sollten bereits mehr als ein Jahr prothetisch versorgt sein. Außerdem waren weder vor noch während der Implantation augmentative Verfahren zum Einsatz gekommen. Die chirurgische Leistung wurde von einem erfahrenen Operateur erbracht.

Es wurden zunächst die archivierten Krankenakten aller Patienten dieser Praxis analysiert und ausgewertet.

In der jeweiligen Patientenakte wurden mittels des Etiketts der Implantatverpackung die spezifischen Angaben wie Chargennummer, Artikelnummer, Implantat-Oberfläche, Implantatlänge und -durchmesser vermerkt. Es wurden das Datum der Operation sowie Art und Umfang des Eingriffs dokumentiert.

2.2 Datenerfassung

Die erfassten Patienten wurden mit Hilfe der Implantatsoftware (ImpDat Vers. 2.10, Kea Software, Pöcking) archiviert bzw. digitalisiert. Es wurden sowohl die persönlichen Patientendaten, insbesondere jene, die die Implantation betrafen, vorgegebene Risikoparameter, sowie auch der überweisende Zahnarzt dokumentiert. Für den Zeitraum von 1996-2000 konnten somit 284 Patienten ermittelt werden.

2.2.1 Patientenauswahl

Um eine möglichst ausgeglichene Anzahl der Patienten zu erreichen, sind aus jedem Jahr jeweils 25 Männer und 25 Frauen angeschrieben worden, wobei die Jahre 1996

und 1997 aufgrund des geringeren Patientenaufkommens zusammengefasst wurden. Die Auswahl der insgesamt 200 Probanden fand randomisiert statt.

2.2.2 Patientenanschreiben

Nach Sichtung der Patientenakten erfolgte eine schriftliche Anfrage zur Teilnahme an der retrospektiven Studie, mittels eines standardisierten Anschreibens (Abb. 16, Seite 55).

Fast 50% der angeschriebenen Patienten reagierten positiv und waren an einer Terminabsprache interessiert. Drei Patienten waren bereits verstorben und 5 weitere unbekannt verzogen.

2.3 Untersuchung

2.3.1 Gesundheitsfragebogen

Der Gesundheitsfragebogen wurde eigens für diese Untersuchung entworfen. Als Vorlage diente zum einen der Fragebogen aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde des UKE sowie der vorhandene Gesundheitsfragebogen aus der Praxis.

Jeder teilnehmende Patient bekam bei seiner Anmeldung an der Rezeption einen Bogen mit dem Vermerk ausgehändigt, unklare Fragen nicht zu beantworten und offen zu lassen. Diese sollten, wenn möglich, während des Untersuchungsgesprächs geklärt werden. Um Zeit zu sparen, wurden die Probanden aufgefordert, mit dem Ausfüllen des Bogens bereits im Warteraum der Praxis zu beginnen.

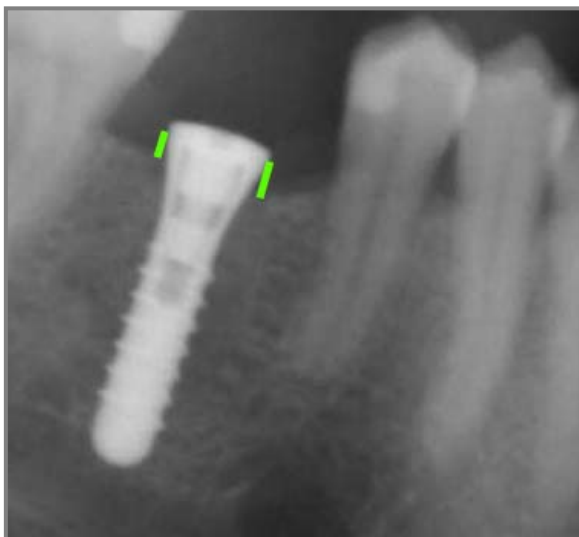
Mit dem Gesundheitsfragebogen sollten zum einen eventuell bestehende bzw. stattgehabte allgemeine Erkrankungen, zum anderen Habits wie Nikotin- und Alkoholabusus erfragt werden.

Der Proband sollte in einem eigens dafür vorgesehenen Feld von ihm dauerhaft eingenommene Medikamente angeben. Des Weiteren sollte der Patient über die Anzahl der jährlichen Zahnarztbesuche, eventuell bestehende oder stattgehabte Mundschleimhaut- oder Parodontalerkrankungen sowie Parafunktionen (z.B. Knirschen) Auskunft geben (Abb. 17, Seite 56).

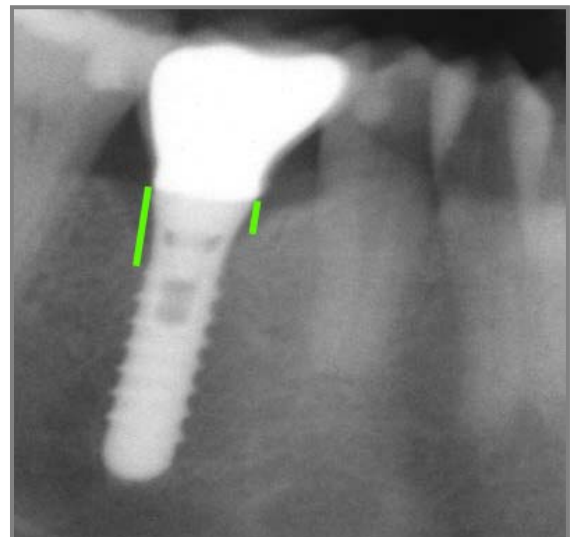
2.3.2 Röntgendiagnostik

Zu Beginn jeder Untersuchung wurde eine digitale Panorama-Schichtaufnahme (Sirona Orthophos plus DS, Sirona Bensheim) angefertigt, sofern die letzte Aufnahme länger als 3 Monate zurück lag. Diese Aufnahmen wurden zu den vorhandenen prä- bzw. postoperativen Aufnahmen auf dem zentralen Server gespeichert. Somit konnte dem Patienten unter anderem erklärt werden, wie sein Implantatlager vor dem Eingriff beschaffen war und wie es sich bis zu dem Zeitpunkt der Untersuchung verändert hatte. Im Sprechzimmer wurde das Röntgenbild implantatbezogen befundet. Eventuelle Nebenbefunde sind dem Patienten mitgeteilt worden.

Danach wurde am Röntgenbild mit Hilfe einer digitalen Bildbearbeitungssoftware für Zahnarztpraxen (Sidexis Vers. 5.5, Sirona Bensheim) durch einen kalibrierten Anwender der „DIB“-Wert (*engl.*: „Distance from implantsoulder to first bone-implant-contact“; Distanz von der Implantatschulter zum ersten Knochen-Implantat-Kontakt) ermittelt (Buser, Weber u. Lang 1990; Weber et al. 1992). Das Programm bietet die Möglichkeit der kalibrierbaren Längenmessung. Da die Implantatlänge bekannt war, konnte das Messinstrument vor jeder Messung geeicht, und die Distanz von der Implantatschulter (Referenzpunkt) zum ersten Knochen-Implantat-Kontakt gemessen werden (Abb. 1, Seite 17).



Kontrollaufnahme nach Implantation



OPG zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Abb. 1: Screenshot der Programmoberfläche zur Darstellung der Messung und Berechnung der „DIB“-Werte

Die Messung wurde sowohl bei den postoperativen als auch bei den zum Untersuchungszeitpunkt angefertigten Panorama-Schichtaufnahmen durchgeführt. Es wurden somit zwei „DIB“-Werte pro Implantat ermittelt, der „DIB1“ für die postoperative Situation, der „DIB2“ für die Situation zum Untersuchungszeitpunkt. Aus der Differenz von „DIB2“ zu „DIB1“ ergab sich die Veränderung des krestalen periimplantären Knochens in Relation zur Liegedauer.

2.3.3 Intraorale Untersuchung am natürlichen Gebiss zur Ermittlung des parodontalen Status

Im Sprechzimmer wurde zunächst der Patient erneut über die Untersuchung informiert. Somit war eine erste Gesprächsgrundlage gegeben und ein persönliches Verhältnis geschaffen. Es wurden die persönlichen Zahnpflegegewohnheiten erfragt und daraus die Motivation des Probanden zur Mundhygiene in „gut“, „mäßig“ und „schlecht“ eingeteilt.

Zu Beginn der eigentlichen Untersuchung erfolgte die Inspektion der Mundhöhle des Patienten mit Spiegel (M4 C, Hu-Friedy) und Sonde (EXS 9, Hu-Friedy). Handelte es sich um einen teilbezahnten Patienten, wurde der Stand der Mundhygiene visuell beurteilt. Dabei ist zwischen wenig und viel Plaquebefall bzw. Zahnstein und Konkrementen differenziert worden.

Es wurde der Zustand der Gingiva ermittelt und in „ohne Befund“, also rosa gestipelt, „leicht ödematös“, „stark ödematös“ und „Verlauf unterbrochen“ eingeteilt. An den Indexzähnen 16, 21, 24, 36, 41 und 44 (Ramfjord 1967) wurde, soweit sie vorhanden waren, mit einer Parodontalsonde (Perio-Probe, Hawe) die Interdentalspapille abgestrichen. Das Ergebnis wurde unterteilt in „keine Blutung“, „verzögerte Blutung“ oder „spontane Blutung“, wobei immer der gravierendste Befund des Zahnes festgehalten worden ist.

Ebenfalls an den Indexzähnen (Ramfjord 1967) wurden die Sondierungstiefe und die Zahnbeweglichkeit ermittelt, wobei auch hier wieder der Zahn mit den höchsten Werten ausschlaggebend war. Die Sondierungstiefen wurden unterteilt in „1-3 mm“, „3-6 mm“ und „ \geq 7 mm“. Bei der Zahnbeweglichkeit wurde unterschieden zwischen „Grad 0“, physiologisch, „Grad I“, gerade fühlbar, „Grad II“, sichtbar,

und „Grad III“, beweglich auf Lippen und Zungendruck bzw. beweglich in axialer Richtung.

Mit Hilfe dieses klinischen parodontalen Kurzbefundes und der röntgenologischen Auswertung des parodontalen Knochenverlaufes im Bereich der natürlichen Restbezaahnung der Patienten wurde die klinische Verdachtsdiagnose „parodontal gesund“, „Gingivitis“, „Parodontitis marginalis superficialis“ oder „Parodontitis marginalis profunda“ gestellt. Entsprechend der Deutschen Nomenklatur seit 1987 (Hoffmann-Axthelm 1995) wurde die Verdachtsdiagnose „Parodontitis marginalis profunda“ immer dann gestellt, wenn ein röntgenologisch erkennbarer Knochenverlust von mehr als 1/3 der Wurzellänge bzw. eine Furkationsbeteiligung vorlag. Bei Sondierungstiefen von mehr als 3 mm, Blutung auf Sondierung, unphysiologischer Zahnbeweglichkeit und einem röntgenologisch erkennbaren Knochenverlust von weniger als 1/3 der Wurzellänge wurde die Verdachtsdiagnose „Parodontitis marginalis superficialis“ gestellt. Eine Gingivitis lag dann vor, wenn die Gingiva Entzündungszeichen aufwies und eine erhöhte Taschentiefe ohne Attachmentverlust vorlag.

2.3.4 Intraorale Untersuchung an Implantaten

2.3.4.1 Zustand der periimplantären Gewebe

Bei jedem Implantat wurde durch einen kalibrierten Untersucher an vier Stellen (mesial, distal, vestibulär und oral) mit Hilfe einer Parodontalsonde (Perio-Probe, Hawe) die Sondierungstiefe ermittelt und notiert. Bei der späteren statistischen Auswertung wurde der jeweils höchste Wert zu Grunde gelegt. Die Ergebnisse wurden drei Gruppen zugeordnet: „Gruppe 1“ (1-3 mm), „Gruppe 2“ (4-5 mm), „Gruppe 3“ (≥ 6 mm). Traten während oder nach Sondierung Blutungen am periimplantären Weichgewebe auf, wurden diese in einem extra dafür vorgesehenen Feld graduiert von „keine“ bis „massiv“ registriert.

2.3.4.2 Prothetische Suprakonstruktion und Kontaktsituation

Einen weiteren Bestandteil der Untersuchung stellte die Auswertung der prothetischen Suprakonstruktion dar. Eine Unterteilung in „Einzelkronen“, „verblockte Kronen“, „Brücken“ und „Prothesen“ fand statt. Für die „Einzelkronen“, „verblockten Kronen“ und „Brücken“ wurde eine Einteilung bezüglich ihrer Materialeigenschaften vorgenommen.

Zusätzlich wurde in der Gruppe der „Einzelkronen“, „verblockten Kronen“ und „Brücken“ die antagonistische Kontaktpunktsituation mittels 8 µm dicker Shimstock Metall-Folie (Fa. Roecko, Langenau) überprüft. Konnte die Folie ohne Widerstand durch die Zahnreihen gezogen werden, während der Patient normal zugebissen hatte, wurde kein Kontakt notiert. Ließ sich die Folie jedoch mit erhöhter Zugkraft durch die Zahnreihe bewegen, wurde ein mäßiger Kontakt registriert. Ist die Folie beim Versuch der Entfernung bei geschlossener Zahnreihe gar zerrissen, sprach das für starke Kontaktsituation zum Antagonisten.

2.4 Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS 11.5 und Microsoft Excel 2003. Zur Verdeutlichung einiger Sachverhalte sind grafische Darstellung wie Balkendiagramme und Kreisdiagramme sowie Box- und Whiskerdiagramme (Boxplots) nach Tukey verwendet worden. Der Kasten der Boxplots wird zwischen dem 1. und 3. Quartil aufgebaut und umfasst 50% der Patienten. Die Streuung der restlichen 50% wird durch die „Schnurrhaare“, die oben und unten am Kasten ansetzen verdeutlicht, ausgenommen Ausreißer und Extremwerte. Durch die Markierung des Medians innerhalb des Kastens lassen sich die Verteilungen der verschiedenen Gruppen mit einem Blick vergleichen.

Die folgenden Testverfahren wurden zur Untersuchung der Gruppen angewendet:

1. Der Mann-Whitney-Test. Ein parameterfreier Signifikanztest zur Prüfung der Hypothese, dass zwei unabhängige Stichproben aus derselben Grundgesamtheit stammen. Er setzt das Vorhandensein ordinalskaliertes Daten, die eine Rangreihe bilden, voraus.

2. Kruskal-Wallis-Test: Ein parameterfreier Test zur Prüfung der Signifikanz mehrerer unabhängiger Stichproben hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz, durch den festgestellt wird, ob die Stichproben aus derselben Grundgesamtheit stammen oder lediglich zufällig voneinander abweichen. Es handelt sich dabei um eine Erweiterung des Wilcoxon-Tests für mehr als zwei Stichproben. Voraussetzung für seine Anwendung ist das Vorliegen ordinalskaliertter Variablen.

3. Der statistische p-Wert. Er gibt an, auf welchem Niveau sich ein signifikantes Ergebnis einstellen würde, wenn man unter der zweiseitigen Fragestellung ein statistisches Testverfahren durchgeführt hätte. Das Signifikanzniveau wurde auf $p= 0,05$ festgelegt.

3 Ergebnisse

3.1 Daten zum Patientenkollektiv

An der Untersuchung nahmen insgesamt 71 Patienten teil, von denen 27 die Einschlusskriterien unserer Fragestellung erfüllten.

Das Patientengut bestand zu 59% (n=16) aus Frauen und 41% (n=11) aus Männern (Abb. 2).

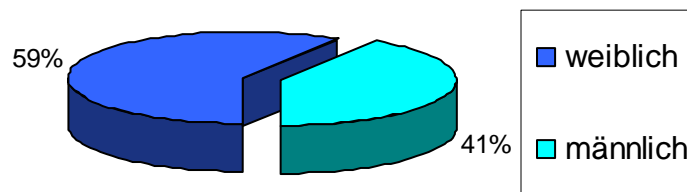


Abb. 2: Geschlechterverteilung

Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Implantation lag zwischen 15 und 78 Jahren. Im Durchschnitt waren die Patienten 47 Jahre alt (Mittelwert). Eine Aufteilung der Patienten in drei Gruppen verdeutlicht die folgende Grafik (Abb. 3).

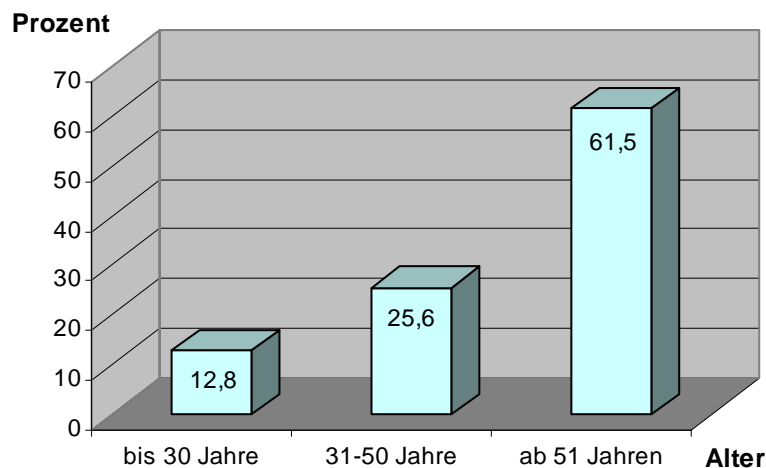


Abb. 3: Gruppierte Altersverteilung

74,1% (n=20) gaben an, zum Zeitpunkt der Untersuchung Nichtraucher zu sein. 25,9% (n=7) rauchten (Abb. 4). Es wurde wegen der unmöglichen Überprüfbarkeit von der statistischen Auswertung auf eine genauere Angabe der Rauchstärke wie z.B. „pack per day“ abgesehen.

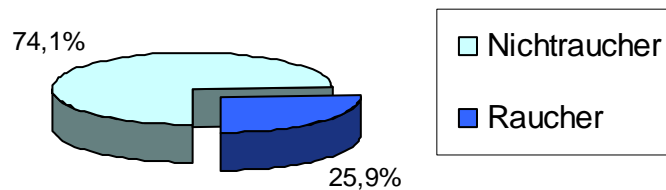


Abb. 4: Rauchstatus

Aufgrund des klinischen parodontalen Befundes und der röntgenologischen Auswertung des knöchernen Zahnhalteapparates im Bereich der natürlichen Restbeziehung wurden die Probanden in drei Gruppen unterteilt.

37% (n=10) des Patientenkollektivs waren parodontal gesund. Bei 29,6% (n=8) konnte eine Gingivitis diagnostiziert werden, 33,3% (n=9) der Probanden wiesen eine mehr oder weniger fortgeschrittene Destruktion des Zahnhalteapparates auf. Aufgrund der geringen Patientenzahl wurde hier auf eine weitere Differenzierung zwischen Parodontitis marginalis superficialis und der Parodontitis marginalis profunda verzichtet (Abb. 5).

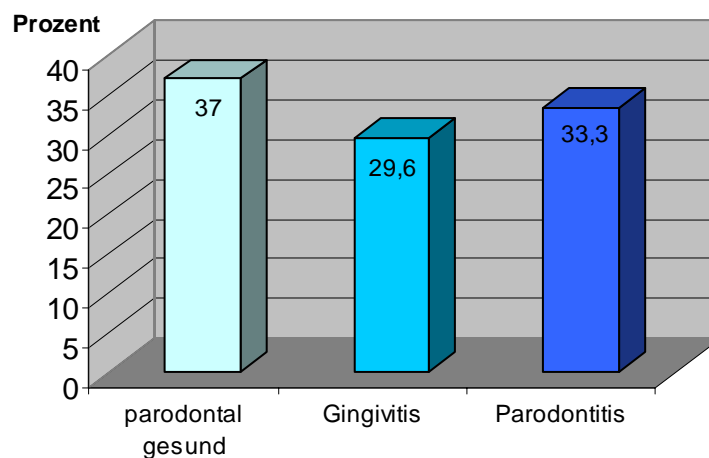


Abb. 5: Parodontale Diagnose

Die gesamte Anzahl der gesetzten Implantate betrug 39. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden diese in Regionen ihres Insertionsortes zusammengefasst. Die Region „anterior“ beinhaltet den Bereich der Schneide- und der Eckzähne, die Region „posterior“ den Bereich der Prämolaren und Molaren. Somit ergaben sich vier Regionen: UK anterior und posterior, sowie OK anterior und posterior (Tab. 1).

Tab. 1: Implantatposition

	Häufigkeit	Prozent
OK anterior	6	15,4
OK posterior	7	17,9
UK anterior	0	0
UK posterior	26	66,7
Gesamt	39	100,0

Der überwiegende Teil der verwendeten Implantate 59% (n=23), hatte eine Länge von 12 mm (Tab. 2). Beim Durchmesser ist zu 76,9% (n=30) 4,1 mm gewählt worden (Tab. 3).

Tab. 2: Implantatlänge

	Häufigkeit	Prozent
6 mm	1	2,6
8 mm	3	7,7
10 mm	8	20,5
12 mm	23	59,0
14 mm	3	7,7
16 mm	1	2,6
Gesamt	39	100,0

Tab. 3: Implantatdurchmesser

	Häufigkeit	Prozent
3,30 mm	6	15,4
4,10 mm	30	76,9
4,80 mm	3	7,7
Gesamt	39	100,0

12,8% (n=5) der Implantatsuprakonstruktionen wiesen keinerlei Kontakt zur antagonistischen Zahnreihe auf. 35,9% (n=14) hingegen hatten mäßigen, und 51,3% (n=20) starken Kontakt (Abb. 6).

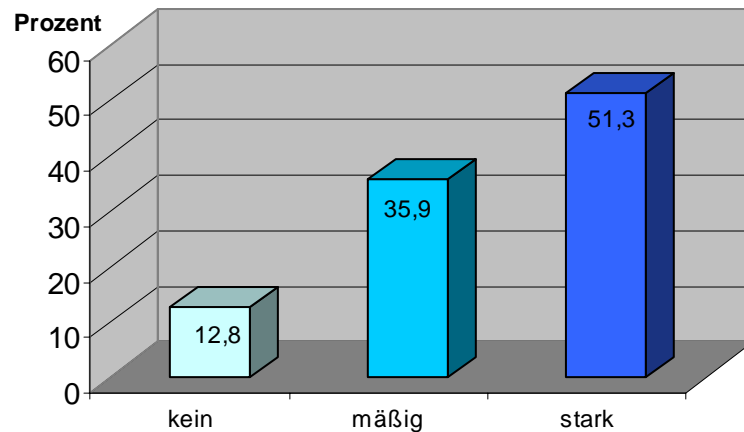


Abb. 6: Kontaktstärke

Die röntgenologisch ermittelte Einbringtiefe, d.h. der Abstand der Implantatschulter zum krestalen Knochen (DIB1) lag im Mittel bei 1,25 mm mit einer Standardabweichung von 0,94 mm. Die Streuung reichte von 0 mm bis hin zu 4,34 mm (Tab. 4).

Tab. 4: Einbringtiefe (mm)

Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum
1,2497	1,1200	,94487	,00	4,34

Das während der Nachuntersuchung ermittelte Knochenniveau lag im Mittel bei 2,28 mm (DIB 2). Hierbei betrug das Minimum 0,28 mm und das Maximum 8,0 mm bei einer Standardabweichung von 1,38 mm (Tab. 5).

Tab. 5: Knochenniveau bei Untersuchung (mm)

Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum
2,2774	2,3200	1,38170	,28	8,00

Die hieraus errechnete Knochenveränderung war im Durchschnitt -1,03 mm groß, wobei eine große Variabilität von 6,88 mm Knochenverlust, bis hin zu 1,39 mm Knochengewinn zu verzeichnen war (Tab. 6).

Tab. 6: Knochenveränderung (mm)

Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum
-1,0277	-,7600	1,31176	-6,88	1,39

Die durchschnittliche Liegedauer der Implantate zum Untersuchungszeitpunkt betrug 45,36 Monate.

Das Implantat mit der kürzesten Liegedauer war 25 Monate in der Mundhöhle des Patienten, das mit der Längsten lag bereits 71 Monate.

64,1% (n=25) der Operationen wurden in einer Schaltlücke vorgenommen. Bei 35,9% (n=14) war es eine Freundsituation.

3.2 Kombination relevanter Daten zur Beantwortung der Fragestellung

3.2.1 Patientenspezifische Einflussgrößen

3.2.1.1 Unterschiede der Knochenveränderung bei Mann und Frau

Für die Knochenveränderung nach Geschlechtern getrennt lag der Median für Frauen bei einem Knochenverlust von 0,48 mm und einer Standardabweichung von 1,45 mm. Bei Männern hingegen war der Verlust von 1,32 mm Knochen mit einer Standardabweichung von 0,96 mm deutlich größer (Tab. 7).

Der Mann-Whitney-Test ($p=0,014$) zeigte eine statistische Signifikanz bezüglich der Knochenveränderung und dem Geschlecht.

Tab. 7: Knochenveränderung bei Frauen und Männern

Geschlecht	Knochenveränderung (mm)							
	Anzahl	Minimum	25. Perzentil	Median	75. Perzentil	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
weiblich	25	-6,88	-,92	-,48	-,28	1,39	-,82	1,45
männlich	14	-4,01	-1,76	-1,32	-,63	-,36	-1,41	,96

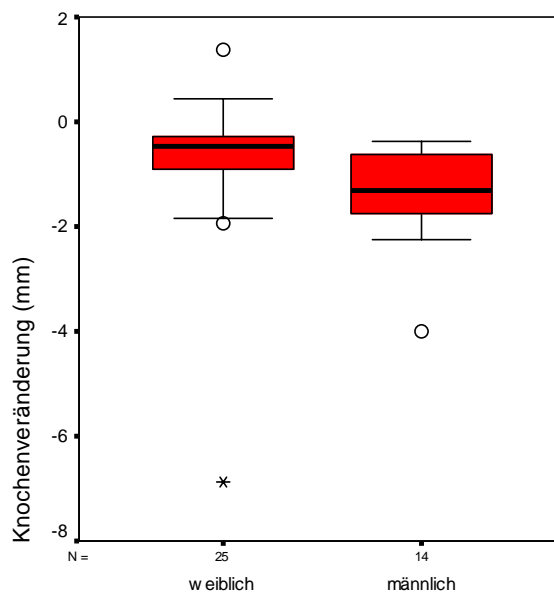


Abb. 7: Knochenveränderung bei Frauen und Männern

3.2.1.2 Knochenveränderung bei parodontaler Diagnose

Patienten, die ein parodontal geschädigtes Gebiss hatten, wiesen mit einem Median von 1,29 mm den größten Rückgang des periimplantären Knochens auf (Standardabweichung 1,81 mm). Parodontal Gesunde oder Patienten mit einer Gingivitis hingegen hatten einen Knochenabbau von 0,68 mm (Median) bzw. von 0,61 mm (Median).

Der Kruskal-Wallis-Test ($p=0,230$) konnte keine statistisch signifikante Korrelation zwischen einer parodontalen Erkrankung und einem gesteigerten Knochenrückgang am Implantat aufzeigen.

Tab. 8: Knochenveränderung bei unterschiedlicher parodontaler Diagnose

Parodontale Diagnose	Knochenveränderung (mm)							
	Anzahl	Minimum	25. Perzentil	Median	75. Perzentil	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
parodontal gesund	15	-1,94	-1,08	-,68	-,36	,43	-,71	,58
Gingivitis	10	-1,84	-1,36	-,61	,10	1,39	-,59	,97
Parodontitis	14	-6,88	-2,07	-1,29	-,45	-,24	-1,68	1,81

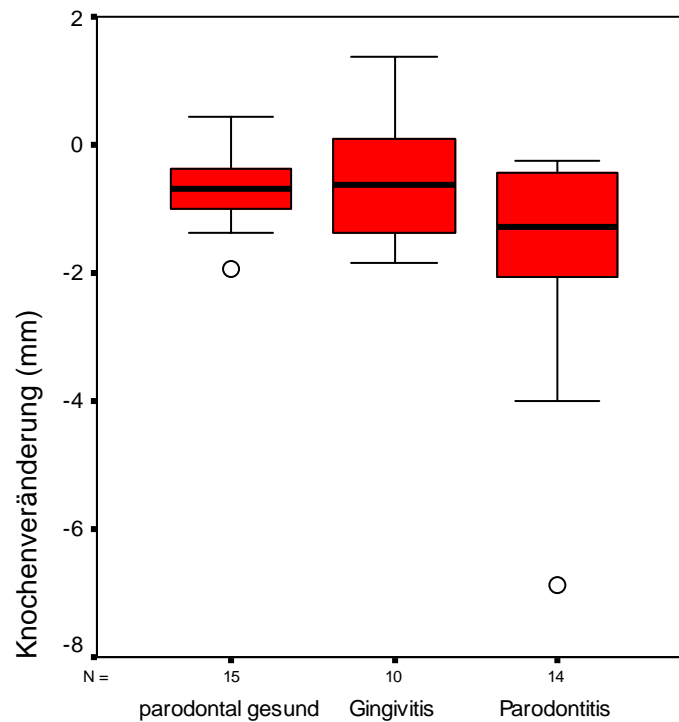


Abb. 8: Knochenveränderung bei unterschiedlicher parodontaler Diagnose

Bei der Aufteilung der Ergebnisse nach dem Geschlecht ergaben sich für **parodontal gesunde** Probanden nahezu gleiche Resultate. Bei Frauen war der Median -0,61 mm, bei Männern -0,76 mm. Der Kruskal-Wallis-Test errechnete keine statistische Signifikanz ($p=0,885$). Bei **Gingivitis** hingegen zeichnete sich ein statistisch signifikant unterschiedlicher Knochenabbau zwischen den Geschlechtern ab ($p=0,201$). Die Frauen verloren im Median nur -0,19 mm Knochen, hingegen die Männer 1,00 mm. Im **parodontal geschädigten Gebiss** verloren Männer im Median -1,72 mm. Dem gegenüber wiesen Frauen nur einen Knochenverlust von -0,46 mm auf, was einen Unterschied von immerhin 1,26 mm bedeutete. Der Knochenabbau im parodontal geschädigten Gebiss unterschied sich daher bei den unterschiedlichen Geschlechtern statistisch signifikant ($p=0,085$).

Tab. 9: Knochenveränderung bei parodontaler Diagnose und Geschlecht

		Knochenveränderung (mm)							
Parodontale Diagnose	Geschlecht	Anzahl	Minimum	25. Perzentil	Median	75. Perzentil	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Gesund	weiblich	12	-1,94	-1,13	-,61	-,35	,43	-,70	,64
	männlich	3	-1,08	-1,08	-,76	-,36	-,36	-,73	,36
Gingivitis	weiblich	6	-1,84	-,84	-,19	,11	1,39	-,26	1,08
	männlich	4	-1,76	-1,56	-1,00	-,61	-,59	-1,09	,57
Parodontitis	weiblich	7	-6,88	-1,30	-,46	-,28	-,24	-1,48	2,41
	männlich	7	-4,01	-2,25	-1,72	-1,28	-,45	-1,88	1,11

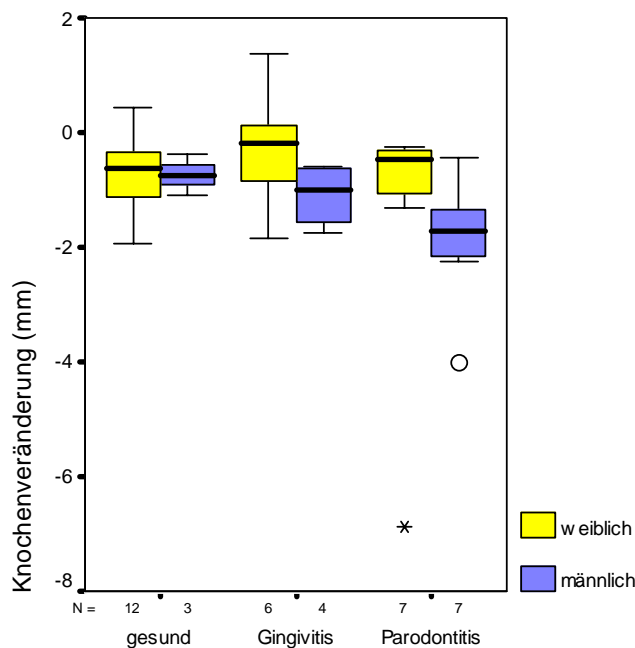


Abb. 9: Knochenveränderung bei parodontaler Diagnose und Geschlecht

3.2.1.3 Knochenveränderung in unterschiedlichen Altersgruppen

Betrachtete man die Knochenveränderung in den verschiedenen Altersgruppen, fiel auf, dass der Rückgang des periimplantären Knochens in der Gruppe der bis 30-jährigen im Median -0,92 mm betrug und damit fast doppelt so groß war, wie der der 31-50-jährigen mit -0,68 mm. Die Gruppe der über 51-jährigen Patienten hatte hingegen erwartungsgemäß eine Atrophie im Median von -1,55 mm.

Der Kruskal-Wallis-Test ($p=0,236$) zeigte keine statistische Signifikanz bezüglich des Knochenabbaus und dem Alter der Patienten.

Tab. 10: Knochenveränderung bei unterschiedlichen Altersgruppen

Alter der Patienten	Knochenveränderung (mm)							
	Anzahl	Minimum	25. Perzentil	Median	75. Perzentil	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
11-30 Jahre	5	-1,94	-1,08	-,92	-,48	,11	-,86	,76
31-50 Jahre	10	-1,84	-,68	-,44	-,37	,43	-,54	,56
51-80 Jahre	24	-6,88	-1,55	-1,07	-,37	1,39	-1,26	1,57

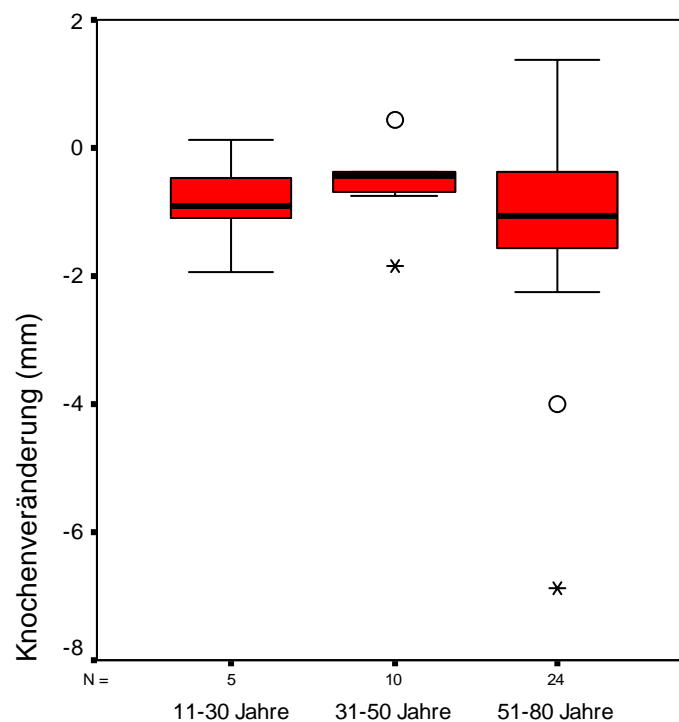


Abb. 10: Knochenveränderung bei unterschiedlichen Altersgruppen

3.2.2 Implantatspezifische Einflussgrößen

3.2.2.1 Knochenabbau bei verschiedenen Implantatlängen

Um die statistische Aussagekraft zu erhöhen, wurden die Implantatlängen in zwei Gruppen zusammengefasst. Gruppe eins bestand aus den Längen 6 mm bis 10 mm. Diese wurde zu 30,8% (n=12) inseriert. Zur zweiten Gruppe gehörten die Längen von 12 mm bis 16 mm, welche zu 69,2% (n=27) verwendet wurden. Die nach Gruppen aufgeteilte Untersuchung hinsichtlich des Knochenabbaus zeigte für die kurzen Implantate einen Rückgang im Median von -1,08 mm. Das niedrigste Knochenniveau lag 6,88 mm unter dem direkt nach der Insertion. Ein Implantat zeigte einen Gewinn von 0,11 mm Knochen. Die Gruppe der langen Implantate hatte im Median eine krestale Atrophie von 0,68 mm. Der größte Verlust lag hier bei -2,07 mm, sowie der größte Gewinn bei 1,39 mm Knochensubstanz. Der Mann-Whitney-Test errechnete dementsprechend keine statistische Signifikanz ($p=0,465$).

Tab. 11: Knochenveränderung bei verschiedenen Implantatlängen

Impl.-Länge	Knochenveränderung (mm)							
	Anzahl	Minimum	25. Perzentil	Median	75. Perzentil	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
6-10mm	12	-6,88	-2,09	-1,08	-,26	,11	-1,65	2,04
12-16mm	27	-2,07	-1,34	-,68	-,40	1,39	-,75	,71

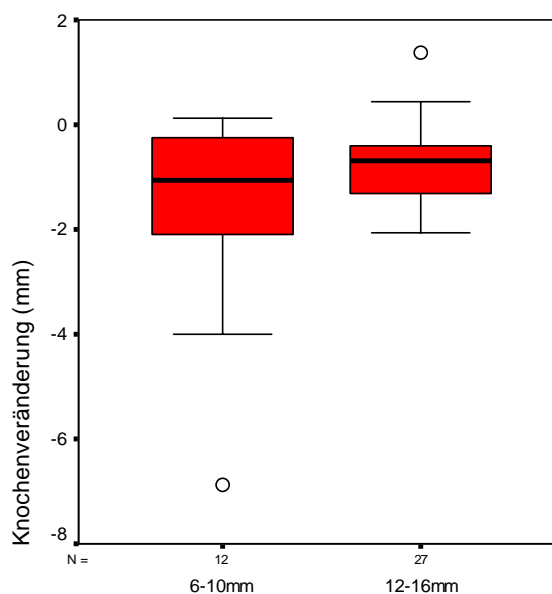


Abb. 11: Knochenveränderung bei verschiedenen Implantatlängen

Die Untersuchung der gruppierten Implantatlängen mit der jeweiligen Kontaktsituation führte zu folgenden Ergebnissen:

ohne okklusalen Kontakt verlor das kurze Implantat im Median -1,76 mm Knochen, das lange lag mit -1,73 mm Knochenverlust etwa ähnlich. Der Kruskal-Wallis-Test errechnete keine statistische Signifikanz ($p=0,564$), zumal die untersuchte Implantatanzahl zu gering war. Bei **mäßigem** Kontakt war die Knochenreduktion im Median für kurze Implantate -1,30 mm, die für lange -0,59 mm. Durch die zu kleine Gruppenstärke der kurzen Implantate wies der Kruskal-Wallis-Test allenfalls auf eine Tendenz ($p=0,073$) hin. Bei **starkem** Kontakt zeigte das kürzere Implantat einen Knochenverlust im Median von -0,35 mm. Die langen hatten mit -0,66 mm etwas mehr Resorption. Auch hier konnte mit dem Kruskal-Wallis-Test keine statistisch signifikante Korrelation errechnet werden ($p=0,869$).

Tab. 12: Knochenveränderung bei unterschiedlicher Kontaktsituation aufgeteilt nach Implantatlänge

Kontakt	Impl.- Länge	Knochenveränderung (mm)							
		Anzahl	Minimum	25. Perzentil	Median	75. Perzentil	Maximum	Mittelwert	Standard- abweichung
kein	6-10mm	3	-1,94	-1,94	-1,76	-,28	-,28	-1,33	,91
	12-16mm	2	-2,07	-2,07	-1,73	-1,38	-1,38	-1,73	,49
mäßig	6-10mm	3	-6,88	-6,88	-1,30	-,85	-,85	-3,01	3,36
	12-16mm	11	-1,72	-1,08	-,59	-,41	-,36	-,77	,44
stark	6-10mm	6	-4,01	-2,25	-,35	,10	,11	-1,12	1,66
	12-16mm	14	-1,84	-1,34	-,66	-,29	1,39	-,60	,82

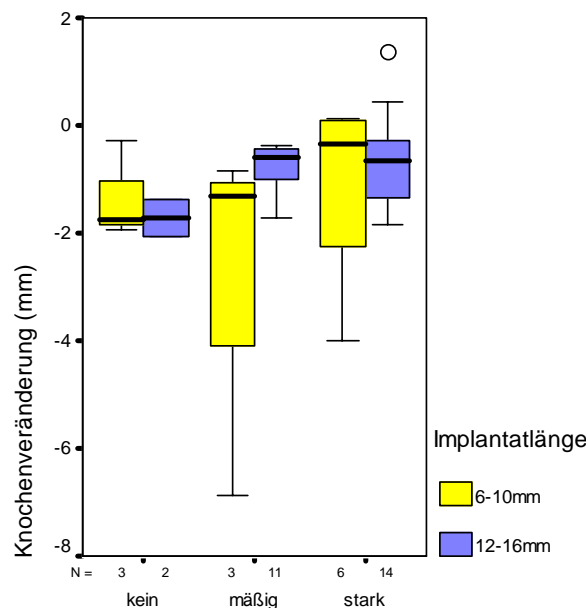


Abb. 12: Knochenveränderung bei unterschiedlicher Kontaktsituation aufgeteilt nach Implantatlänge

3.2.2.2 Knochenveränderung in unterschiedlichen Insertionsregionen

Der Knochenverlust nach Regionen der Implantatinsertion aufgeteilt, zeigte einen deutlich gesteigerten Knochenabbau in der Oberkieferfrontzahnregion, im Median -1,23 mm, gegenüber den anderen Regionen.

Im posterioren Oberkiefer lag der Median des Knochenrückgangs bei -0,85 mm, im Unterkiefer war der Median noch geringer und betrug nur -0,51 mm.

Die statistische Auswertung mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests ($p=0,072$) zeigte für die Korrelation von Knochenverlust und Implantatregion eine Tendenz auf.

Tab. 13: Knochenveränderung nach Insertionsregionen

Region	Knochenveränderung (mm)							
	Anzahl	Minimum	25. Perzentil	Median	75. Perzentil	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
OK anterior	6	-2,07	-1,94	-1,23	-,92	-,59	-1,33	,58
OK posterior	7	-4,01	-2,25	-,85	-,36	-,24	-1,46	1,34
UK posterior	26	-6,88	-1,30	-,51	-,29	1,39	-,84	1,42

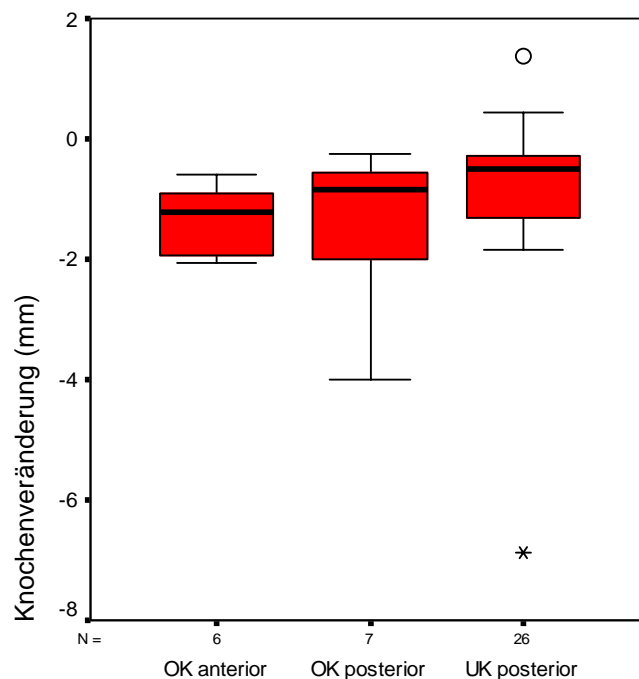


Abb. 13: Knochenveränderung nach Insertionsregionen

3.2.3 Suprastruktur

3.2.3.1 Knochenveränderung bei unterschiedlicher Kontaktstärke

Besonders auffällig war die Knochenveränderung bei Implantaten **ohne okklusalen Kontakt**. Sie betrug im Median -1,76 mm Rückgang bei einer relativ geringen Standardabweichung von -0,72 mm.

Bei **mäßig** starker Kontaktsituation war der Knochenabbau weniger als die Hälfte, im Median -0,81 mm, im Vergleich zum Implantat ohne Okklusion.

Bei **starkem Kontakt** zum antagonistischen Zahn war der Median mit -0,59 mm Rückgang der geringste Wert der hier verglichenen Versorgungen.

Der Kruskal-Wallis-Test errechnete keine statistische Signifikanz ($p=0,139$).

Tab. 14: Knochenveränderung bei unterschiedlicher Kontaktstärke

Kontaktstärke	Knochenveränderung (mm)							
	Anzahl	Minimum	25. Perzentil	Median	75. Perzentil	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
kein	5	-2,07	-1,94	-1,76	-1,38	-,28	-1,49	,72
mäßig	14	-6,88	-1,28	-,81	-,46	-,36	-1,25	1,67
stark	20	-4,01	-1,35	-,59	-,19	1,39	-,76	1,12

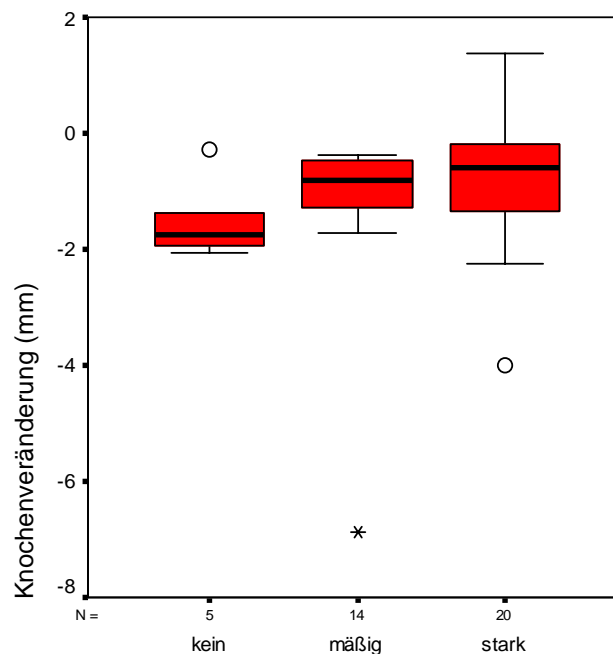


Abb. 14: Knochenveränderung bei unterschiedlicher Kontaktstärke

3.2.4 Versorgungsdauer

3.2.4.1 Knochenveränderung bei unterschiedlicher Versorgungsdauer

Bei der vergangenen Zeit nach der prothetischen Versorgung bis zum Zeitpunkt der Untersuchung war die Knochenveränderung gerade für die Gruppe der 12-35 Monate liegenden Implantate am größten. Der Median lag hier bei -0,85 mm.

Die anderen beiden Gruppen wiesen ähnliche Veränderungen auf. Die Mittelwerte unterschieden sich nur geringfügig, das 25.-und 75.Perzentil sind nahezu identisch.

Der Kruskal-Wallis-Test ergab keine statistische Signifikanz ($p=0,680$)

Tab. 15: Knochenveränderung bei unterschiedlicher Versorgungsdauer

Versorgungsdauer	Knochenveränderung (mm)							
	Anzahl	Minimum	25. Perzentil	Median	75. Perzentil	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
12-35 Monate	17	-6,88	-1,76	-,85	-,40	1,39	-1,35	1,84
36-47 Monate	8	-2,07	-1,30	-,57	-,39	,11	-,81	,76
48-71 Monate	14	-1,37	-1,30	-,74	-,36	,43	-,76	,56

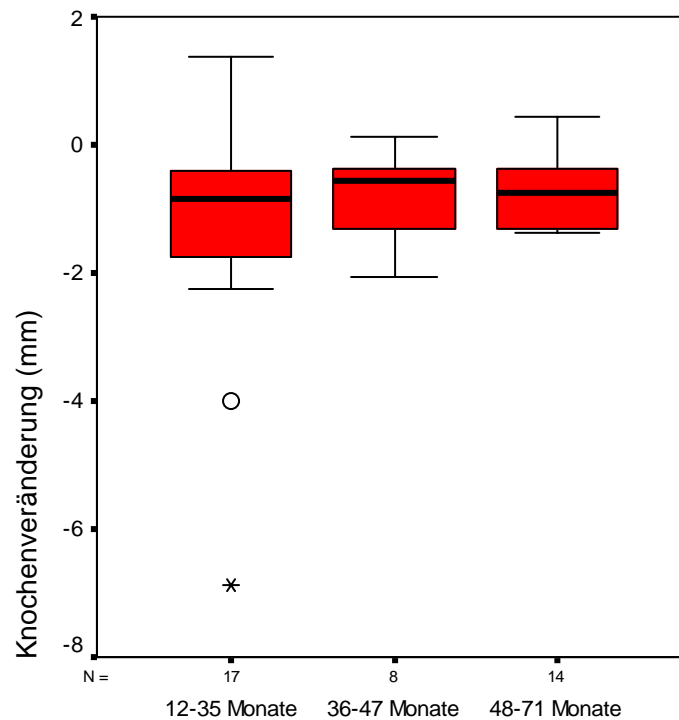


Abb. 15: Knochenveränderung bei unterschiedlicher Versorgungsdauer

Tab. 16: Zusammenfassung der Ergebnisse und deren statistische Relevanz

	statistischer Test	p-Wert	statistische Signifikanz
Patientenspezifische Einflussgrößen			
Unterschiede der Knochenveränderung bei Mann und Frau	Mann-Whitney-T.	0,014	+
Knochenveränderung bei parodontaler Diagnose	Kruskal-Wallis-T.	0,230	-
Knochenveränderung bei parodontaler Diagnose und Geschlecht	Kruskal-Wallis-T.	0,885	-
		0,201	+
		0,085	+
Knochenveränderung in unterschiedlichen Altersgruppen	Kruskal-Wallis-T.	0,236	-
Implantatspezifische Einflussgrößen			
Knochenabbau bei verschiedenen Implantatlängen	Mann-Whitney-T.	0,465	-
Knochenveränderung bei unterschiedlichen Kontaktsituationen und Implantatlängen	Kruskal-Wallis-T.	0,564	-
		0,073	-
		0,869	-
		0,072	-
Knochenveränderung in unterschiedlichen Insertionsregionen	Kruskal-Wallis-T.	0,072	-
Suprastruktur			
Knochenveränderung bei unterschiedlicher Kontaktstärke	Kruskal-Wallis-T.	0,139	-
Versorgungsdauer			
Knochenveränderung bei unterschiedlicher Versorgungsdauer	Kruskal-Wallis-T.	0,680	-

4 Diskussion

4.1 Patientenspezifische Einflussgrößen

Zu den patientenspezifischen Einflussgrößen zählten das Geschlecht und das Alter der Probanden. Zusätzlich wurde als Risikofaktor eine eventuell vorliegende parodontale Vorerkrankung gewertet.

Bei der Unterteilung des gesamten Patientenkollektivs nach dem Geschlecht fällt als erstes der Unterschied in der Gruppenstärke auf. Demnach sind von 27 untersuchten Patienten mit einer Einzelzahnversorgung 59 % Frauen (n=16) und nur 41 % Männer (n=11). Diese Diskrepanz verstärkt sich weiter, wenn man nun die Verteilung der gesetzten Implantate genauer betrachtet. So wurden bei den weiblichen Probanden sogar ca. 64 % (n=25) aller Implantate inseriert, demgegenüber bei den männlichen Patienten nur ca. 36 % (n=14). Die großen Unterschiede in der Gruppenstärke, insbesondere da beide Gruppen relativ klein sind, vermindern die Aussagekraft einer statistischen Auswertung.

Der Abbau des krestalen Knochens war in dieser Studie für Männer und Frauen sehr unterschiedlich. So wiesen Frauen einen deutlich geringeren Knochenverlust (Md= -0,48 mm) auf. Die Männer hingegen hatten erheblich größere Verluste (Md= -1,32 mm). Der Mann-Whitney-Test errechnete für den Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Geschlechtern und dem Knochenabbau sogar eine statistische Signifikanz ($p=0,014$).

Eine Erklärungsmöglichkeit bietet eventuell die unterschiedlichen Gruppenstärken bzw. die insgesamt kleine Probandenzahl. Ebenfalls wäre es möglich, dass besonders die Frauen einen verstärkten Wert auf gute Mundhygiene oder einen gesünderen Lebenswandel legten und daher signifikant weniger Knochenabbau aufwiesen. Dieser Sachverhalt entspricht nämlich nicht der Aussage einer Publikation mit einer größeren Probandenzahl. Zum Beispiel konnten nach Penarrocha et al. keine Unterschiede zwischen Männern und Frauen aufgezeigt werden (Penarrocha et al. 2002). Sie untersuchten insgesamt 441 ITI-Implantate, wobei die Verteilung zwischen Männern und Frauen ausgeglichen war (51% ♀, 49% ♂).

Mit Hilfe des parodontalen Kurzbefundes und der Auswertung der Röntgenbilder wurde festgestellt, dass 33,3% der inserierten Implantate in ein parodontal vorgeschädigtes Gebiss gesetzt wurden. Die statistische Auswertung ergab keinen relevanten Zusammenhang zwischen Knochenveränderungen an den Implantaten bei parodontal vorgeschädigten und gesunden Patienten.

Ein möglicher Grund für dieses Ergebnis könnte das Therapiekonzept in der Praxis des Operateurs sein. Dieser setzt eine suffiziente Mundhygiene und eine erfolgreich abgeschlossene Parodontaltherapie der überweisenden Zahnärzte bei Parodontitispatienten voraus. Unsere Ergebnisse untermauern daher die Aussage, dass auch im parodontal vorgeschädigten Gebiss eine erfolgreiche Implantation durchführbar ist. Dieser Sachverhalt wird auch von Wennstrom und Mitarbeitern bestätigt, (Wennstrom et al. 2004), die in ihrer Publikation einen geringen Knochenabbau bei behandelten Parodontopathien nachweisen konnten. Eine weitere Studie speziell an ITI-Implantaten (Ellegaard, Baelum u. Karring 1997), die ähnliche Beobachtungszeiträume wie unsere Untersuchung aufwies, dokumentierte ebenfalls nur geringen Knochenverlust bei PA-Patienten. Die Betrachtung des Boxplots (Abb. 8, Seite 28) macht trotzdem deutlich, dass bei einer Parodontitis eine größere Streuung von Knochenverlustwerten auftrat. Da bei aktiven Parodontitiden dieselbe Keimflora und -zusammensetzung wie bei einer Periimplantitis vorliegt, (Mombelli 1993; Bullon et al. 2004), könnte es sein, dass es nach Implantation durch eine Exazerbation der Parodontitis zu einer Infektion der periimplantären Gewebe und somit zu einer Periimplantitis mit darauf folgendem Knochenabbau kam.

Eine genauere Betrachtung der parodontalen Verdachtsdiagnosen und des Knochenabbaus bezogen auf die unterschiedlichen Geschlechter (Abb. 9, Seite 29) macht deutlich, dass Männer mit Gingivitis oder Parodontitis einen signifikant höheren Knochenabbau an Implantaten aufwiesen. Die Erklärung für diese Resultate könnte, wie oben genannt, die unzureichende Gruppengröße sowie die bessere Mundhygiene der Frauen sein. Dieser Sachverhalt sollte an einem größeren Patientenkontext untersucht und kontrolliert werden. Vor allem sollten die Einschlusskriterien dann noch strenger gehalten werden, um die Aussagekraft für diesen Zusammenhang zu erhöhen.

Bei der Auswertung des krestalen Knochniveaus, aufgeteilt in die Altersgruppen Gruppe 1 „11-30 Jahre“, Gruppe 2 „31-50 Jahre“ und Gruppe 3 „51-80 Jahre“, unterscheidet sich der Knochenrückgang in unseren Ergebnissen statistisch

nicht signifikant. Dennoch wird im Boxplot (Abb. 10, Seite 30) erkennbar, dass in der mittleren Altersgruppe der geringste Knochenabbau zu verzeichnen war. Die Gruppe 1 ist mit der sehr geringen Implantatanzahl ($n=5$) recht ungenau bzw. störanfällig. Zusätzlich ist es möglich, dass das Körperwachstum einiger Patienten noch nicht vollständig abgeschlossen war und sich somit nur ungenaue Aussagen über den periimplantären Knochen treffen lassen.

Vergleichbare Ergebnisse wurden von Brocard et al. für eine ähnliche Altersstruktur der Gruppe 2, hier 40-60 Jahre, publiziert (Brocard et al. 2000). Die Ergebnisse der Multicenterstudie, der Patientendaten aus 10 privaten Praxen zu Grunde lagen, werteten 1022 Implantate aus, wobei von der Gesamtzahl insgesamt 112 Implantate einzeln versorgt wurden. Zwei weitere Untersuchungen von Bryant und Zarb konnten ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Knochenabbau bei jüngeren und älteren Implantatpatienten nachweisen (Bryant u. Zarb 2002, 2003).

4.2 Implantatspezifische Einflussgrößen

Die implantatspezifischen Einflüsse auf den Rückgang des krestalen Knochens wurden hier gesondert untersucht. Es sollte geklärt werden, ob bereits die Länge eines Implantates oder der Ort der Insertion Einfluss auf den Knochenverlust im Laufe der Jahre hatten. Außerdem wurde untersucht, ob die okklusale Belastung unter besonderer Berücksichtigung der Implantatlänge einen Einfluss auf Resorptionsvorgänge hatte.

Die Aufteilung der unterschiedlichen Implantatdimensionen wurde in Gruppe 1 mit den Längen 6-10 mm und in Gruppe 2 mit den Längen 10-12 mm vorgenommen. Es wurde im Grunde zwischen kurzen und langen Implantaten differenziert und nicht exakt für jede Länge im Einzelnen, um eine statistische Auswertbarkeit zu ermöglichen.

Für die Gruppe 1 ($n=12$) betrug der Knochenrückgang -1,08 mm im Median, dem gegenüber hatte Gruppe 2 ($n=27$) einen Rückgang im Median von -0,68 mm. Die Länge der inserierten Implantate ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied hinsichtlich des Knochenabbaus. Die Differenz der Mediane ist wahrscheinlich

durch die kleine Gruppenstärke der kurzen Implantate begründet. Dafür spricht zusätzlich eine größere Standardabweichung in Gruppe 1.

Romeo und Mitarbeiter publizierten bei ursprünglich 795 gesetzten Implantaten einen Verlust von 30 Stück. Von diesen 30 waren nur 6 Implantate kurz (8 mm), die anderen wiesen Längen von 10-12 mm auf (Romeo et al. 2004). Da in dieser Studie nur zwischen Verlust und Erfolg differenziert, bei uns hingegen der Knochenabbau exakt in mm gemessen wurde, ist diese Untersuchung nur bedingt zum Vergleich geeignet.

Ebenso wiesen die Ergebnisse der 8-Jahres „life-table“-Analyse von Buser und Mitarbeitern nur auf eine Tendenz und keine statistische Signifikanz hinsichtlich eines Zusammenhanges zwischen kürzeren (8 mm) im Vergleich zu 10-12 mm langen Implantaten und erhöhter Verlustrate hin. Deren Auswertung besagte, dass nach 8 Jahren die kumulative Erfolgsrate von 8 mm-Implantaten bei 91,4% hingegen bei 10 mm und 12mm nur geringfügig bessere Resultate (93,4% und 95,0%) aufwies (Buser et al. 1997). Nach Bernard und Mitarbeitern ist es durch die verbesserten Implantatoberflächen heute nicht mehr nötig, wie damals von Brånemark empfohlen, das längstmögliche Implantat zu inserieren (Bernard u. Belser 2002). Durch kürzere Implantate können ebenso sichere Ergebnisse erzielt und eventuelle Augmentationen umgangen werden.

Block et al. veröffentlichten hingegen gegenteilige Ergebnisse. Sie konnten nachweisen, dass bei reduziertem Knochen-Implantat-Kontakt, also kürzeren Implantaten, häufiger mit einem Verlust gerechnet werden müsse (Block, Gardina u. Kent 1996).

Bei der Kombination der Implantatlängen mit der Kontaktsituation der belasteten Implantate fiel besonders der größte Knochenverlust der Implantate ohne okklusalen Kontakt zum Antagonisten auf. Im Median verlor die Gruppe der Kurzen -1,76 mm demgegenüber die der Langen -1,73 mm Knochen im krestalen Bereich. Trotz der jeweils sehr kleinen Gruppenstärke ist die Standardabweichung recht gering.

Für mäßige und starke Kontaktsituation zeigten sich bei den Medianen ähnliche Werte des Knochenrückganges bei den langen Implantaten. Sie sind rein mengenmäßig nahe zu homogen verteilt (bei mäßigem Kontakt n=11; bei starkem Kontakt n=14). Die Mediane der Knochenresorptionen (mäßig: Md=-0,59 mm;

stark: $Md = -0,66$ mm) fallen deutlich kleiner aus, als bei der Gruppe der Nichtbelasteten.

Für kurze Implantate ist eine Aussage schwer zu treffen, da die Gruppen zwar ebenfalls recht klein sind, hier aber eine große Standardabweichung auffällt. Es ist davon auszugehen, dass bei größeren Gruppen andere Ergebnisse erzielt werden würden.

Ein statistischer Zusammenhang zwischen Implantatlänge, Kontaktstärke und Knochenabbau konnte in unserer Untersuchung daher nicht nachgewiesen werden (Abb. 12, Seite 32). Eine Tendenz zu verstärktem Knochenabbau bei keinem Kontakt, egal bei welcher Länge, ist erkennbar. Es wäre möglich, die Ursache beim fehlenden physiologischen Reiz (durch die Non-Okklusion) zu suchen (Akin-Nergiz et al. 1998).

Zusätzlich ist die Probe des Kontaktes mit Hilfe der Shimstockfolie nicht sicher zu überprüfen und reproduzierbar, da die Probanden jeweils unterschiedlich stark okkludierten.

Entsprechend ihrer Lokalisation wurden die Implantate gruppiert in: „Oberkiefer anterior“, „Oberkiefer posterior“, „Unterkiefer anterior“ und „Unterkiefer posterior“, wobei die Region „anterior“ den Bereich der Schneide- und der Eckzähne beschreibt, die Region „posterior“ den der Prämolaren und Molaren.

Die Anzahl der inserierten Implantate ist in den Gruppen „Oberkiefer posterior“ ($n=7$) und „Unterkiefer posterior“ ($n=26$) sowie „Oberkiefer anterior“ ($n=6$) sind ausreichend groß, um sie statistisch auszuwerten und miteinander vergleichen zu können. In der Gruppe „Unterkiefer anterior“ lagen keine Einzelzahnrekonstruktionen vor, daher wurde sie vernachlässigt.

Die Gruppe „Unterkiefer posterior“ wies den geringsten Knochenverlust aller Gruppen auf ($Md = -0,51$ mm), gefolgt von der Gruppe „Oberkiefer posterior“ ($Md = -0,85$ mm) sowie der Gruppe „Oberkiefer anterior“ ($Md = -1,23$ mm).

Diese Differenz beruht wahrscheinlich auf Unterschieden in der Knochenqualität zwischen Ober- und Unterkiefer. Der posteriore Unterkieferbereich weist eine geringere Knochendichte auf als der anteriore Unterkieferbereich. Die schlechteste Knochenqualität findet man im posterioren Oberkiefer (Misch 2004). Misch et. al konnten eine Korrelation zwischen Knochendichte und krestalem Knochenverlust

nachweisen (Misch 2004). Durch die unterschiedlichen Knochenstrukturen von Maxilla und Mandibula sowie der anterioren und posterioren Insertionsstruktur wäre es denkbar gewesen, einen deutlicheren Unterschied des Knochenabbau zu sehen.

Eine Studie von Henry et al. fasste zusammen, dass eine geringere Erfolgswahrscheinlichkeit im Oberkiefer (96,6%) gegenüber dem Unterkiefer mit 100% zu erwarten sei (Henry et al. 1996). Buser et al. konnten nach 8 Jahren nur tendenziell bessere Resultate für den Unterkiefer (94,1% anterior; 95,4% posterior) gegenüber dem Oberkiefer (87,8% anterior; 86,7% posterior) feststellen (Buser et al. 1997). Somit besagt deren Auswertung, dass Implantate im Oberkiefer eine leicht ungünstigere Prognose aufweisen als im Unterkiefer. Diese Aussage wurde von mehreren Langzeitstudien, allerdings bei Brånemark-Implantaten, bereits bestätigt (Adell et al. 1981; Adell et al. 1990; Jemt et al. 1996).

Unsere Ergebnisse zeigten entgegen dem Großteil der bisherigen Veröffentlichungen keinen statistisch signifikanten Unterschied beim Knochenabbau beider Kiefer.

Im Median allerdings wurde in der OK-Front am meisten Knochenabbau vermerkt. Eine mögliche Erläuterung wäre die häufig extraaxiale Belastung der Implantate, die zu vermehrtem Knochenabbau durch abgewinkelte Abutments führte. Je weiter die Krafteinleitung vom Implantatzentrum entfernt ist und sich dadurch ungünstige Hebelverhältnisse ausbilden, desto mehr steigt der Stress im krestalen Knochenanteil (O'Mahony et al. 2000). Dieser führt über längere Zeit zu vermehrtem Knochenabbau.

4.3 Suprakonstruktion

Durch die Re- und Appositionsvorgänge im Knochen bei Belastung war es Ziel dieser Studie herauszufinden, ob unterschiedlich starke okklusale Kontakte zu vergleichbarem krestalen Knochenabbau führen. Daher wurde die Kontaktstärke des Zahnersatzes nochmals isoliert betrachtet.

Die Implantate ohne Kontakt (n=5) hatten den größten Knochenverlust zu verzeichnen (Md=-1,76mm). Trotz der kleinen Anzahl in dieser Gruppe ist

erstaunlicherweise die Standardabweichung am geringsten ($SD=-0,72$ mm). Wird die zutragende Last von mäßig ($n=14$) auf stark ($n=20$) gesteigert, nimmt der Knochenverlust weiter ab (mäßig $Md=-0,81$ mm; stark $Md=-0,59$ mm). Zunehmend ist jedoch die Streuung um den Median.

Bereits tierexperimentelle Studien an Hunden konnten keinen Zusammenhang zwischen unterschiedlicher Belastung von Implantaten und Knochenrückgang nachweisen (Heitz-Mayfield et al. 2004). Auch Engel et al. wiesen in ihrer Untersuchung, die im Studiendesign unserer sehr ähnelte, nach, dass okklusale Belastung nicht zu gesteigertem krestalen Knochenverlust führte (Engel, Gomez-Roman u. Axmann-Krcmar 2001).

In unseren Auswertungen konnte der größte Knochenverlust bei Implantaten ohne okklusalen Kontakt verzeichnet werden. Mögliche Erklärung wäre, dass durch fehlende Kontakte kein funktioneller Reiz auf den periimplantären Knochen ausgeübt wurde und es daher nicht zu physiologischen Knochenumbauvorgängen kam.

4.4 Versorgungsdauer

Die Veränderungen des periimplantären Knochens und insbesondere der krestale Verlauf an der Implantatschulter sind entscheidend für einen Langzeiterfolg bzw. die gute Osseointegration der untersuchten Implantate. Der Parameter „Versorgungsdauer“ wurde in dieser Studie bewusst in 3 Gruppen unterteilt, um den initialen aber auch der späteren Knochenabbau nach mindestens 12 und maximal 71 Monaten zu betrachten.

In unserer Untersuchung konnten keine Zusammenhänge zwischen unterschiedlicher Versorgungsdauer und dem krestalen Knocheniveau bei einer Einzelzahnversorgung nachgewiesen werden. In der Gruppe 1 der „12-35 Monate“ nach prothetischer Versorgung, ist mit einer Veränderung im Median von $-0,85$ mm zu rechnen. Dieser Rückgang bleibt nahezu unverändert für die anderen Zeiträume ($Md = -0,57$ mm für die Gruppe 2 „36-47 Monate“ und $Md = -0,74$ mm für die Gruppe 3 „48-71 Monate“) dieser Studie.

Die geringfügigen Unterschiede der Mediane innerhalb der Gruppen kommen durch die 2 Implantate in der Gruppe 1 mit den beiden größten Knochenverlusten zustande. Sie sind sehr kritisch zu betrachten, da sie bereits nach dem kürzesten Untersuchungsintervall ca. 4 mm bzw. fast 7 mm Knochenrückgang aufweisen. Sie werden ohne chirurgische Intervention wahrscheinlich nicht deutlich länger in der Mundhöhle verbleiben. Gemäß der Albrektson Kriterien wären diese bereits als Verlust zu betrachten. Vernachlässigt man beide, ist von einer nahezu konstanten Knochenhöhe mit leichten Verlusten über die folgenden Jahre auszugehen. Bemerkenswert ist auch die kontinuierliche Abnahme der Streubreite um den Median mit fortschreitender Versorgungsdauer.

Dieser Sachverhalt ist in der Literatur bereits durch diverse Studien bestätigt worden. Braegger et al. publizierten, dass es nach einem initialen Knochenabbau in der Einheilzeit und der frühen funktionellen Belastung zu einem Knochenrückgang von ca. 0,8 mm kam. Danach sei mit einer Stabilisierung des Knochenniveaus mit nur minimalem Rückgang zu rechnen (Braegger et al. 1998). Sie ermittelten ihre Werte ebenfalls durch die Auswertung der Röntgenbilder post operationem und der Verlaufskontrollen. Die Stellungnahme der DGZMK gibt für das erste Jahr Verlustwerte von 0,4 bis 0,5 mm und für die folgenden Jahre von 0,1-0,2 mm pro Jahr an (Neukam 2000). Diese Informationen decken sich mit den Aussagen von Behneke et al. die herausfanden, dass die größten klinischen Verluste von Attachment und die Zunahme der Sondierungstiefe am Implantat in den ersten Jahren auftraten (Behneke, Behneke u. d`Hoedt 2000).

4.5 Schlussfolgerung

Betrachtet man die Ergebnisse der hier nachuntersuchten Einzelzahnversorgungen von ITI-Bonefit-Implantaten der Firma Straumann, (Waldenburg), kann anhand der dieser Studie eine sehr hohe Erfolgswahrscheinlichkeit vorhergesagt werden.

Durch die in 3 Gruppen aufgeteilte Versorgungsdauer wurden die Ergebnisse diverser internationaler Studien bestätigt, die ebenfalls einen initialen Knochenabbau nach Implantation bestätigten, der von minimalen Verlusten in den folgenden Untersuchungsintervallen gefolgt wurde.

Es konnte nachgewiesen werden, dass der krestale Knochenabbau, egal in welchem Zeitintervall, **nicht** von den meisten Kofaktoren beeinflusst wurde.

Demnach ist bei parodontal vorgeschädigten Patienten mit einer guten Mundhygiene mit denselben Ergebnissen wie bei Gesunden zu rechnen. Ebenso konnte kein Zusammenhang zwischen Männern und Frauen festgestellt werden. Auch Faktoren wie das Alter, die okklusale Belastung, die Implantatlänge- und auch der Insertionsort ergaben hinsichtlich des krestalen Knochens am Implantat keinen Unterschied.

Im positiven Umkehrschluss lässt sich daraus zusammenfassen, dass unabhängig von **allen** oben erwähnten Faktoren eine Implantation mit folgender Einzelzahnversorgung eine sehr gute Prognose hat, die durch lange Haltbarkeit und ästhetische, funktionelle sowie phonetische Rehabilitation durchaus den finanziellen Aufwand rechtfertigt.

5 Zusammenfassung

Heutzutage ist es durch die zahnärztliche Implantologie möglich, Patienten nach Zahnverlust ästhetisch, funktionell und phonetisch fast in allen Fällen nahezu vollständig zufrieden stellend zu rehabilitieren. Durch die rasante wissenschaftliche Entwicklung hinsichtlich sich wandelnder Materialoberflächen, Operationstechniken und Implantatdesigns wurde es notwendig, Erfolgs- und Überlebensraten von dentalen Implantaten in wissenschaftlichen Studien vermehrt zu untersuchen. Besonders durch das wachsende Interesse der Öffentlichkeit an vorhersagbarem Erfolg der immer noch größtenteils privaten Leistung der Implantatversorgung von Lücken, gab es in letzten Jahren diverse Studien. Diese befassten sich alle mehr oder weniger mit unterschiedlichen Faktoren, die den Erfolg einer Implantatkonstruktion beeinflussen können. Schwierigster zu beurteilender Faktor, jedoch von allen Autoren als nicht unwichtig beschrieben, bleibt weiterhin die Erfahrung und das chirurgische Prozedere des Operateurs.

Ziel dieser Arbeit war es, den krestalen Knochenabbau am Implantat radiologisch zu ermitteln und einen Zusammenhang mit möglichen Ursachen (1. patienten- und 2. implantatbezogenen Parametern, 3. Suprastruktur und 4. Versorgungsdauer) zu untersuchen. Bewusst wurde das Patientenkollektivs **eines** niedergelassenen Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen ausgewählt, um sich von den meisten Publikationen der letzten Jahre, die Patienten von Universitätskliniken und mehreren Operateuren untersuchten, zu unterscheiden.

Es wurden insgesamt 39 Implantate mit Einzelzahnversorgungen klinisch und radiologisch nachuntersucht. Die statistische Auswertung ergab:

1. dass zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlecht, unabhängig vom Zustand der parodontalen Gesundheit, kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Knochenabbaus vorlag. Für die Altersgruppe zwischen 31-50 Jahren wurde der geringste Knochenverlust berechnet.
2. dass die Implantatlänge, mit und ohne unterschiedliche okklusale Belastung und der Insertionsort in unserer Untersuchung keinen signifikanten Einfluss auf krestalen Knochenverlust hatten.

3. dass die Suprastruktur und deren Belastungsstärke sowie
4. die Versorgungsdauer keinen statistisch nachweisbaren Einfluss auf das Knochenniveau hatten.

Die Ergebnisse unserer Studie konnten nur mit wenigen Publikationen diskutierend verglichen werden, da in den meisten nur zwischen Verlust und Erfolg differenziert wurde und nicht nach Knochenverlust in mm. Ferner ist durch die äußerst strengen Einschlusskriterien (nur ein niedergelassener, erfahrener Operateur; keine augmentativen Verfahren; Praxisbedingungen; nur Einzelzahnversorgungen) nur eine bedingte Vergleichbarkeit gegeben. Auch die geringe Gruppenstärke bei einigen Berechnungen sollte Anlass dafür sein, die gewonnenen Ergebnisse für ein größeres Patientenkollektiv erneut zu überprüfen.

6 Literaturverzeichnis

Adell, R, Eriksson, B, Lekholm, U, Brånemark, P-I, Jemt, T (1990) A long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 5:347-59

Adell, R, Lekholm, U, Rockler, B, Brånemark, P-I (1981) A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 10:387-416

Akin-Nergiz, N, Nergiz, I, Schulz, A, Arpak, N, Niedermeier, W (1998) Reactions of peri-implant tissues to continuous loading of osseointegrated implants. *Am J Orthodontics Dentofac Orthopedics* 114:292-8

Albrektsson, T, Zarb, G, Worthington, P, Ericson, RA (1986) The long-term efficiency of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1:11

Behneke, A, Behneke, N, d'Hoedt, B (2000) The longitudinal clinical effectiveness of ITI solid-screw implants in partially edentulous patients: A 5-year follow-up report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 15(5):633-45

Behneke, A, Behneke, N, d'Hoedt, B (2002) A 5-year longitudinal study of the clinical effectiveness of ITI solid-screw implants in the treatment of mandibular edentulism. *Int J Oral Maxillofac Implants* 17(6):799-810

Behneke, A, Behneke, N, d'Hoedt, B, Wagner, W (1997) Hard and soft tissue reactions to ITI screw implants: 3-year longitudinal results of a prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 12(6):749-57

Bernard, J-P, Belser, UC (2002) Twelve years of clinical experience with the ITI implant system at the university of geneva. *Journal de parodontologie & d'implantologie orale* 21(2):109-35

Block, M, Gardina, D, Kent, JN (1996) Hydroxyapatite coated cylindrical implants in the posterior mandible: 10-year observations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11:626-33

- Bornstein, M, Lussi, A, Schmidt, B, Belser, UC, Buser, D (2003) Early loading of non-submerged titanium implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: 3-year results of a prospective study in partially edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 18(5):659-66
- Braegger, U, Haefeli, U, Huber, B, Haemmerle, CHF, Lang, NP (1998) Evaluation of postsurgical crestal bone levels adjacent to non-submerged dental implants. *Clin Oral Impl Res* 9:218-24
- Brånemark, P-I, Adell, R, Breine, U, Lindstroem, J, Hallen, O, Oeman, A (1977) Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 11 Suppl 16
- Brånemark, P-I, Breine, U, Adell, R, Hansson, BO, Lindstroem, J, Olsson, A (1969) Intra-osseous anchorage of dental prosthesis I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 3:81-100
- Brocard, D, Barthet, P, Baysse, E, Duffort, JF, Eller, P, Justumus, P, Marin, P, Oscaby, F, Simonet, T, Benque, E, Brunel, G (2000) A multicenter report on 1022 consecutively placed ITI implants: a 7-year longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 15(5):691-700
- Bryant, SR, Zarb, G (2002) Outcomes of implant prosthodontic treatment in older adults. *J Can Dent Assoc* 68(2):97-102
- Bryant, SR, Zarb, G (2003) Crestal bone loss proximal to oral implants in older and younger adults. *J Prosthet Dent* 89(6):589-97
- Bullon, P, Fioroni, M, Goteri, G, Rubini, C, Battino, M (2004) Immunohistochemical analysis of soft tissues in implants with healthy and peri-implantitis condition, and aggressive periodontitis. *Clin Oral Impl Res* 15(5):553-9
- Buser, D, Arx, Tv (2000) Surgical procedures in partially edentulous patients with ITI implants. *Clin Oral Impl Res* 11 Suppl 1:83-100
- Buser, D, Dula, K, Hirt, H-P, Schenk, RK (1996) Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes. A clinical study in 40 partially edentulous patients. *J Oral Maxillofac Surg* 54:420-32

Buser, D, Mericske Stern, R, Bernard, J-P, Behneke, A, Behneke, N, Hirt, H-P, Belser, UC, Lang, NP (1997) Langzeitauswertung transmukosal einheilender ITI-Implantate Teil I: 8-Jahres "life-table"-Analyse einer prospektiven Multicenterstudie mit 2359 Implantaten. Clin Oral Impl Res 8:161-72

Buser, D, Mericske Stern, R, Dula, K, Lang, NP (1999) Klinische Erfahrungen mit einzeitigen, transmukosal einheilenden Implantaten. Adv Dent Res 13(1):153-61

Buser, D, Schenk, RK, Steinemann, S, Fiorellini, JP, Fox, C, Stich, H (1991) Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. J Biomed Mater Res 25:889-902

Buser, D, Weber, H-P, Lang, NP (1990) Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-screw and hollow-cylinder implants. Clin Oral Impl Res 1:33-40

Carlsson, LV, Rostlund, T, Albrektsson, B, Albrektsson, T (1988) Removal torques for polished and rough titanium implants. Int J Oral Maxillofac Implants 3:21-4

Cochran, DL (2000) The scientific basis for and clinical experiences with Straumann implants including the ITI dental implant system: a consensus report. Clin Oral Impl Res 11 Suppl 1:33-58

Cochran, DL, Schenk, RK, Lussi, A, Higginbottom, FL, Buser, D (1998) Bone response to unloaded and loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface. A histometric study in the canine mandible. J Biomed Mater Res 40:1-11

Cook, S, Baffes, G, Palafox, A, Wolfe, M, Burgess, A (1992) Torsional stability of HA-coated and grit-blasted titanium dental implants. J Oral Implantol 18:354-8

Cook, S, Kay, J, Thomas, K, Jarcho, M (1987) Interface mechanics and histology of titanium and hydroxylapatite-coated titanium for dental implant applications. Int J Oral Maxillofac Implants 2:15-22

Creugers, NH, Kayser, HF, Van`t Hof, MA (1994) A meta analysis of durability data on conventional fixed bridges. Community Dent Oral Epidemiol 22:448-52

Ellegaard, B, Baelum, V, Karring, T (1997) Implant therapy in periodontally compromised patients. Clin Oral Impl Res 8:180-8

Engel, E, Gomez-Roman, G, Axmann-Krcmar, D (2001) Effect of occlusal wear on bone loss and Periotest value of dental implants. *Int J Prosthodont* 14(5):444-50

Fugazzotto, PA, Vlassis, J, Butler, B (2004) ITI implant use in private practice: Clinical results with 5526 implants followed up to 72+ months in function. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19(3):408-12

Haemmerle, CHF, Braegger, U, Buergin, W, Lang, NP (1996) The effect of subcrestal placement of the polished surface of ITI implants on marginal soft and hard tissues. *Clin Oral Impl Res* 7(2):111-9

Haemmerle, CHF, Jung, RE, Feloutzis, A (2002) A systematic review of the survival of implants in bone sites augmented with barrier membranes (guided bone regeneration) in partially edentulous patients. *J Clin Periodontol* 29(3):226-31; 32-3

Heitz-Mayfield, LJ, Schmid, B, Weigel, C, Gerber, S, Bosshardt, DD, Jonsson, J, Lang, NP (2004) Does excessive occlusal load affect osseointegration? An experimental study in the dog. *Clin Oral Impl Res* 15(3):259-68

Henry, PJ, Laney, WR, Jemt, T, Harris, D, Krogh, PH, Polizzi, G, Zarb, GA, Herrmann, I (1996) Osseointegrated implants for single-tooth replacement: a prospective 5-year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11(4):450-5

Hermann, JS, Cochran, DL, Nummikoski, P-V, Buser, D (1997) Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 68(11):1117-30

Hildebrandt, H (Ed.). (1998) *Pschyrembel - Klinisches Wörterbuch* (258. ed.). de Gruyter, Berlin

Hoffmann-Axthelm, W (Ed.). (1995) *Lexikon der Zahnmedizin* (6th ed.). Quintessenz Verlag GmbH, Berlin Chicago London Sao Paulo Tokio

Jahn, M, d'Hoedt, B (1992) Zur Definition des Erfolges bei dentalen Implantaten. *Z Zahnärztl Implantol*:221-6

Jansma, J, Raghoobar, GM, Batenburg, RH, Stellingsma, C, van Oort, RP (1999) Bone grafting of cleft lip and palate patients for placement of endosseous implants. *Cleft Palate-Craniofac J* 36(1):67-72

Jemt, T, Heath, MR, Johns, RB, McNamara, DC, van Steenberghe, D, Watson, RM (1996) A 5-year prospective multicenter follow-up report on overdentures supported by osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11:291-8

Jüde, H-D, Köhl, W, Roßbach, A (Eds.). (1996) Einführung in die zahnärztliche Prothetik (Vol. 5th). Deutscher Ärzte-Verlag, Köln

Koeck, B, Wagner, W (Eds.). (2004) *Implantologie* (2nd ed.). Urban & Fischer, München Jena

Kovacs, AF (2000) Clinical analysis of implant losses in oral tumor and defect patients. *Clin Oral Impl Res* 11(5):494-504

Lambrecht, JT, Filippi, A, Raetzer-Kuenzel, A, Schiel, HJ (2003) Long-term evaluation of submerged and non-submerged ITI solid-screw titanium implants: A 10-year life table analysis of 468 implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 18(6):826-34

Lindquist, LW, Carlsson, GE, Jemt, T (1996) A prospective 15-year follow-up study of mandibular fixed prostheses supported by osseointegrated implants. Clinical results and marginal bone loss. *Clin Oral Impl Res* 7:329-36

Misch, CE (1995) Early crestal bone loss etiology and its effect on treatment planning for implants. *Postgrad Dent* 2:3-17

Misch, CE (Ed.). (2004) *Dental Implant Prothetics* (1. ed.). Elsevier Mosby, St. Louis

Mombelli, A (1993) Microbiology of the dental implant. *Adv Dent Res* 7:202-6

Nedir, R, Bischof, M, Briaux, J-M, Beyer, S, Szmukler-Moncler, S, Bernard, J-P (2004) A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants - Results from a private practice. *Clin Oral Impl Res* 15(2):150-7

Neukam, F (2000) Wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK: Lebenserwartung von Implantaten und Implantatlager. *DZZ* 55

O'Mahony, A, Bowles, Q, Woolsey, G, Robinson, SJ, Spencer, P (2000) Stress distribution in the single-unit osseointegrated dental implant: finite element analysis of axial and off-axial loading. *Implant Dent* 9(3):207-18

Oh, TJ, Yoon, J, Misch, CE, Wang, HL (2002) The causes of early implant bone loss: myth or science? *J Periodontol* 73(3):322-33

Penarrocha, M, Guarinos, J, Sanchis, JM, Balaguer, J (2002) A retrospective study (1994-1999) of 441 ITI(r) implants in 114 patients followed-up during an average of 2.3 years. *Medicina oral organo oficial de la Sociedad Espanola de Medicina Oral y de la Academia Iberoamericana de Patologia y Medicina Bucal* 7(2):144-55

Priest, GF (1996) Failure rates of restorations for single-tooth replacement. *Int J Prosthodont* 9(1):38-45

Ramfjord, SP (1967) The periodontal disease index (PDI). *J Periodontol* 38(6):602-10

Romeo, E, Lops, D, Margutti, E, Ghisolfi, M, Chiapasco, M, Vogel, G (2004) Longterm survival and success of oral implants in the treatment of full and partial arches: A 7-year prospective study with the ITI dental implant system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19(2):247-59

Scacchi, M (2000) The development of the ITI dental implant system - Part I: A review of literature. *Clin Oral Impl Res* 11 Suppl 1:8-21

Schnitman, PA, Shulman, LB (1980) Dental implants. Benefit and risk. Proceedings of an NIH Harvard Consensus Development Conference 1978. National Institute of Health (NIH) Harvard Consensus Development Conference. NIH, US Department of Health and Human Services Bethesda:81-1531

Schroeder, A (1979) Coated hollow cylinder implants: previous experimental and clinical observations. *Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 89:1136

Schroeder, A, Pohler, O, Sutter, F (1976) Gewebsreaktion auf ein Titan-Hohlzylinderimplantat mit Titan-Spritzschicht-Oberfläche. *Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 86:713-27

Schroeder, A, van der Zypen, E, Stich, H, Sutter, F (1981) The reaction of bone, connective tissue and epithelium to endosteal implants with sprayed titanium surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 9:15-25

Simion, M, Trisi, P, Piatelli, A (1994) Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with osseointegrated implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 14:496-511

Steflik, DE, McKinney, RV, Koth, DL (1982) Ultrastructural (TEM) observations of the gingival response to the single crystal sapphire endosteal implant. *J Dent Res* 61:231

Thomas, K, Cook, S (1985) An evaluation of variables influencing implant fixation by direct bone apposition. *J Biomed Mater Res* 21:1395-414

Vesper, M, Gbara, A, Gehrke, G, Hellner, D, Schmelzle, R (1995) Titanmagnetics als Hilfsmittel zur Verankerung bei anatomisch schwieriger Situation im Oberkiefer. *Z Zahnärztl Implantol* 4

Weber, AP, Buser, D, Fiorellini, JP, Williams, RC (1992) Radiographic evaluations of crestal bone levels adjacent to non-submerged titanium implants. *Clin Oral Impl Res* 3:181-8

Wennstrom, JL, Ekestubbe, A, Grondahl, K, Karlsson, S, Lindhe, J (2004) Oral rehabilitation with implant-supported fixed partial dentures in periodontitis-susceptible subjects. A 5-year prospective study. *J Clin Periodontol* 31(9):713-24

Wilke, HJ, Claes, L, Steinemann, S (1990) The influence of various titanium surfaces on the interface shear strength between implants and bone. *Adv Biomat* 9:309-11

7 Anhang

Herr/ Frau

Anschrift

Ahrensburg, den 05.08.2002

Sehr geehrter Herr/ Frau,

Sie haben vor ca. x Jahren bei uns in der Praxis ein Implantat gesetzt bekommen. Im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie in Zusammenarbeit mit dem Universitätskrankenhaus Eppendorf untersuchen wir das Implantat und die umgebene Knochenstruktur. Die etwa halbstündige Untersuchung ist für Sie selbstverständlich kostenfrei und hätte den Vorteil, dass Ihr aufwendiger Zahnersatz im Sinne einer „Inspektion“ von uns untersucht wird. Sollte sich über die Jahre an Ihrem Zahnersatz etwas geändert haben, bitten wir Sie trotzdem an der Untersuchung teilzunehmen. Die erhobenen Daten werden von uns vertraulich behandelt und fließen anonym in die Auswertung ein. Für eine Terminabsprache wenden Sie sich bitte telefonisch an uns.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. V.A. von Zitzewitz

Praxis Dr. Dr. v. Zitzewitz – Untersuchung Deutsch / Günther 02

Allgemeiner Gesundheitsfragebogen

Name / Vorname: _____ geb. _____

- Systemische Erkrankungen** Hepatitis A Hepatitis B Hepatitis C
- Tumorerkrankungen** Zeitpunkt: _____ Lokalisation: _____
 Bestrahlung Chemotherapie andere Therapie: _____
- Organtransplantate** Organ: _____ Zeitpunkt: _____
- Herz-Kreislaferkrankungen** Infarkt Endokarditis künstl. Herzklappe
 Hochdruck Niederdruck Durchblutungsstörung
 Schlaganfall Andere _____
- Blutgerinnungsstörungen** Hämophilie Thrombozytopenie
 Leukämie Agranulozytose
- Antikoagulantientherapie** Acetylsalicylsäure Cumarinderivate
- Stoffwechselerkrankungen** Diabetes I Diabetes II Gicht
- Schilddrüse** Unterfunktion Überfunktion
- Knochen und Bewegungsapparat** Osteoporose Rheuma
- Rauchen** Wenig (bis 10 Zigaretten) Mäßig (10 bis 20 Zigaretten) viel (mehr als 20 Zigaretten)
- Suchterkrankungen** Alkohol Andere

Dauerhaft eingenommene Medikamente

Medikament	Zeitraum

- Zahnarztbesuche pro Jahr:**
- Mundschleimhauterkrankungen** Herpes zoster Lichen ruber planus Herpes labialis
 Andere _____ Pemphigus aphtöse Stomatitis
- Parodontalerkrankungen** Bestehen Bestanden
- Parafunktionen:** Knirschen Pressen

Abb. 17: Allgemeiner Gesundheitsfragebogen

Praxis Dr. Dr. v. Zitzewitz – Untersuchung Deutsch / Günther 02

Befundbogen

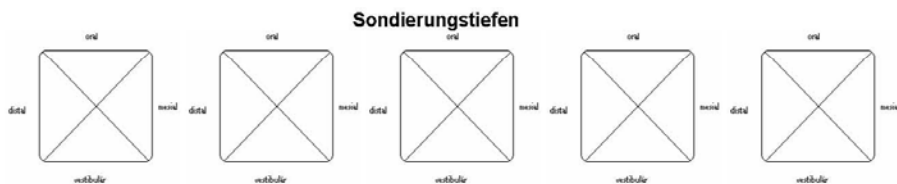
Name / Vorname: _____ geb. _____

Motivation des Patienten: gut mäßig schlecht
 Mundhygiene: gut mäßig schlecht

Parodontaler Kurzbefund

- | | | |
|---|---|--|
| <u>Beläge</u>
<input type="checkbox"/> wenig Plaque
<input type="checkbox"/> viel Plaque
<input type="checkbox"/> Zahnstein
<input type="checkbox"/> Konkremete | <u>Gingiva</u>
<input type="checkbox"/> o.B.
<input type="checkbox"/> leicht ödem.
<input type="checkbox"/> stark ödem.
<input type="checkbox"/> Verlauf unterbr. | <u>Sondierungstiefe</u>
<input type="checkbox"/> 1 - 3mm
<input type="checkbox"/> 4 - 6mm
<input type="checkbox"/> ≥ - 7mm |
| <u>Sond.-Blutung</u>
<input type="checkbox"/> Keine
<input type="checkbox"/> Verzögert
<input type="checkbox"/> Spontan | <u>Zahnbewegung</u>
<input type="checkbox"/> ZB 0
<input type="checkbox"/> ZB I
<input type="checkbox"/> ZB II
<input type="checkbox"/> ZB III | <u>klin. Diagnose</u>
<input type="checkbox"/> Parodontal gesund
<input type="checkbox"/> Gingivitis
<input type="checkbox"/> Parod. marg. superf.
<input type="checkbox"/> Parod. marg. prof. |

Implantatbezogene Befunde



Regio: _____
 Periotestwert: _____
 Sulkusblutung: keine massiv
 Percussion: hell dumpf
 Hygienefähigkeit: gut schlecht

Suprakonstruktion

Einzelzahnimplantat: Keramik Kunststoff
 Brückenkonstruktion: Verbundbrücke rein Implantat getragene Brücke
 Anzahl der Brückenglieder: _____ Anzahl der Pfeiler: _____
 Kontaktpunkte: keine mäßig stark
 Prothese: Teleskop Knopf Magnet Steg
 Halt: fest beweglich

Persönliche Einstellung

Fremdkörper: ja nein
 zufrieden: ja nein
 wieder Implantat: ja nein
 Dolor post: ja nein
 Schwellung: ja nein

Röntgenbefund

Abb. 18: Befundbogen für die klinische und radiologische Untersuchung

8 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
DIB	Distance from implantshoulder to first bone contact
NIH	National Institute of Healthcare
OK	Oberkiefer
PA-Patienten	Parodontal erkrankte Patienten
PTV	Periotestwert
SD	Standardabweichung
SLA	Sandblasted-Large grid-Acid etches-Surface
TPS	Titanium Plasmasprayed Surface
UK	Unterkiefer
UKE	Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

9 Danksagung

Herrn PD. Dr. med. Dr. med. dent. Meikel Vesper danke ich für die Überlassung des Themas und die bereitwillige Unterstützung dieser Arbeit.

Herrn Dr. med. Dr. med. dent. Volker Alexander von Zitzewitz danke ich für die freundliche Überlassung seiner Patienten, seiner Praxisräume sowie seines Personals. Ohne diese großzügig gewährte Unterstützung wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Frau Sabine Viether danke ich für ihre freundliche Hilfe bei der Aktenauswertung und ihr großes organisatorisches Talent bei der Patientenbestellung.

Für die statistische Beratung und Anregung bedanke ich mich bei Herrn Brose.

Mein besonderer Dank gilt Dr. Meike Ehmann für die Unterstützung und das Verständnis während dieser Arbeit.

Meiner Familie danke ich für die Geduld und finanzielle Hilfe.

10 Lebenslauf

Name: Tobias Günther

Geburtsdatum: 26.04.1977 in

Geburtsort: Frankfurt

Familienstand: ledig

Eltern: Dr. med. dent. Regine Günther, geb. Bartel, Zahnärztin
Wolfgang Günther, Dipl. Ing.

Geschwister: Dr. med. Juliane Günther

Schulbildung: 1983-1987 Grundschule Harksheide Süd, Norderstedt
1987-1996 Gymnasium Oberalster, Hamburg
Abitur 1996

Bundeswehr: Juli 1996 - Aug. 1997

Studium: 1997 – 2003 Zahnmedizinstudium am Universitätskrankenhaus
Eppendorf, Hamburg
Dezember 2003 Staatsexamen und Approbation als Zahnarzt

Beruf: Januar 2004 Beginn der Facharztausbildung zum Oralchirurgen
in der Zahn-Mund-Kieferklinik am AK- Barmbek, Hamburg
Seit März 2005 Assistent in einer privaten kieferchirurgischen
Praxis, Hamburg

Promotion: September 2001 Beginn einer Dissertation an der Klinik für
Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie am Universitätskrankenhaus
Eppendorf, Hamburg

11 Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

.....
Tobias Günther