

Aus dem Fachbereich Medizin  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main

Klinik für  
Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie

Direktor:  
Prof. Dr.med. Dr.med.dent. Robert Sader

**Implantatprothetische Versorgung von Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalt-  
Patienten mit ITI-Implantaten**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin  
des Fachbereichs Medizin der  
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

vorgelegt von

Lukas Bündgen

aus Freiburg

Frankfurt am Main, 2010

Dekan: Prof. Dr. med. Josef Pfeilschifter

Referent: PD Dr. med. Dr. med. dent. Constantin Landes

Korreferent: Prof. Dr. med. dent. Stefan Kopp

Tag der mündlichen Prüfung: 12. Oktober 2010

## **Meiner Familie**

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>- 6 -</b>
1.1	Dentale Implantate bei LKG-Patienten .....	- 6 -
1.2	Einteilung dentaler Implantate.....	- 7 -
1.2.1	Lage des Implantats.....	- 7 -
1.2.2	Enossale Implantatformen .....	- 8 -
1.2.3	Implantatmaterial .....	- 9 -
1.2.4	Einheilungsmodus .....	- 10 -
1.2.5	Oberflächenbeschaffenheit der Implantate.....	- 11 -
1.3	Erfolgskriterien .....	- 13 -
1.4	Parameter zur Beurteilung des Behandlungsergebnisses .....	- 16 -
1.4.1	Plaqueindex.....	- 16 -
1.4.2	Gingivaindex.....	- 16 -
1.4.3	Keratinisierte Mukosa .....	- 17 -
1.4.4	Periimplantäre Sondierungstiefen.....	- 17 -
1.4.5	Periotest/Mobilität.....	- 18 -
1.4.6	Radiologie (marginales Knochenniveau) .....	- 19 -
1.4.7	MLQ (mundgesundheitsbezogene Lebensqualität).....	- 20 -
1.4.8	Ästhetik.....	- 20 -
1.5	Das ITI-Implantatsystem.....	- 21 -
<b>2</b>	<b>Zielsetzung .....</b>	<b>- 24 -</b>
<b>3</b>	<b>Patienten und Methoden .....</b>	<b>- 25 -</b>
3.1	Patienten, Chirurgie und Prothetik.....	- 25 -
3.2	Klinische und röntgenologische Nachuntersuchung.....	- 29 -
3.2.1	Plaqueindex.....	- 29 -
3.2.2	Gingivaindex.....	- 30 -
3.2.3	Keratinisierte Mukosa .....	- 30 -
3.2.4	Sondierungstiefen.....	- 31 -
3.2.5	Periotest .....	- 31 -
3.2.6	Röntgenanalyse (marginales Knochenniveau).....	- 32 -
3.3	Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) .....	- 33 -
3.3.1	OHIP (Oral Health Impact Profile) .....	- 33 -
3.4	Beurteilung der Ästhetik .....	- 34 -

<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>- 36 -</b>
4.1	Übersicht.....	- 36 -
4.1.1	Klinische und röntgenologische Parameter .....	- 36 -
4.1.2	Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität/ Ästhetik .....	- 37 -
4.2	Plaqueindex .....	- 38 -
4.3	Gingivaindex.....	- 39 -
4.4	Keratinisierte Mukosa .....	- 40 -
4.5	Rezessionen .....	- 41 -
4.6	Marginales Knochenniveau .....	- 42 -
4.7	Periimplantäre Sondierungstiefen.....	- 43 -
4.8	Periotest .....	- 44 -
4.9	OHIP-G 14/MLQ.....	- 45 -
4.10	Subjektive Beurteilung der Ästhetik .....	- 48 -
4.11	Implantat Kronen Ästhetik Index.....	- 49 -
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>- 52 -</b>
5.1	Diskussion der Methodik.....	- 52 -
5.1.1	Osteoplastik und Implantation .....	- 52 -
5.1.2	Klinische Nachuntersuchung .....	- 55 -
5.1.3	OHIP-G 14/MLQ .....	- 57 -
5.1.4	Ästhetik.....	- 58 -
5.2	Diskussion der Ergebnisse.....	- 59 -
5.2.1	Implantatüberlebensrate, Risikofaktoren.....	- 59 -
5.2.2	Klinische Parameter .....	- 61 -
5.2.3	MLQ und Ästhetik .....	- 65 -
5.3	Schlussfolgerungen .....	- 68 -
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>- 69 -</b>
<b>7</b>	<b>Summary .....</b>	<b>- 71 -</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>- 72 -</b>
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>- 79 -</b>
<b>10</b>	<b>Schriftliche Erklärung.....</b>	<b>- 82 -</b>
<b>11</b>	<b>Danksagungen.....</b>	<b>- 83 -</b>
<b>12</b>	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>- 84 -</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Dentale Implantate bei LKG-Patienten

Mit der vorliegenden Arbeit sollte die funktionelle und ästhetische Rehabilitation des ehemaligen Spaltbereichs mit dentalen Implantaten untersucht werden. Nach Abschluss der Therapie sollte die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) ermittelt werden.

Lippen-Kiefer-Gaumen (LKG)-Spalten gehören zu den kraniofazialen Dysplasien und zählen nach den Veränderungen der Gliedmaßen (Klumpfuß) zu den häufigsten angeborenen Fehlbildungen des Menschen [45]. In Europa liegt die Häufigkeit ungefähr bei einer von 500 Geburten, wobei die genaue Ätiologie noch nicht vollständig geklärt ist [55].

Patienten mit LKG-Spalten leiden unter einer Vielzahl von Störungen der Zahnentwicklung [12; 95; 100]. Der bleibende seitliche Schneidezahn im Oberkiefer kann fehlen oder missgebildet sein. Überzählige seitliche Schneidezähne sind häufig nicht prothetisch zu therapieren und müssen entfernt werden. Demzufolge benötigen viele dieser Patienten einen Ersatz der lateralen Inzisiven im Spaltbereich.

In Verbindung mit interdisziplinär orientierten Behandlungskonzepten ist es heute möglich, auch schwerste Formen von LKG-Spalten vollständig zu rehabilitieren.

Eine hierfür grundlegende Technik der Spaltchirurgie ist die Kieferspaltosteoplastik, mittels derer die Spalte mit einem Knochentransplantat überbrückt wird. Abhängig vom Zeitpunkt des Eingriffs werden primäre (Transplantation im Gebiss der ersten Dentition), sekundäre (Transplantation im Wechselgebiss) und tertiäre Osteoplastik (Transplantation im permanenten Gebiss) unterschieden. Die Osteoplastik bietet oftmals überhaupt erst die Möglichkeit einer kieferorthopädischen oder prothetischen Behandlung [2]. Besonders wichtig ist die durch die Osteoplastik gewährleistete Unterstützung des Nasenflügels und damit die Bildung einer natürlichen Nasenposition.

Zum Ersatz fehlender Zähne im ehemaligen Spaltbereich kommen als Behandlungsalternativen konventionelle Prothetik, kieferorthopädischer Lückenschluss oder enossale Implantate in Frage.

Als erste berichteten 1991 Verdi et al. [120] über den Einsatz eines enossalen Implantates bei einem Patienten mit einseitiger Spalte und fehlendem seitlichen Schneidezahn. Für die Autoren waren vor allem ästhetische Gesichtspunkte und die Schonung gesunder Nachbarzähne ausschlaggebend für die Insertion eines Implantates.

## **1.2 Einteilung dentaler Implantate**

Die Entwicklung der Implantologie im letzten Jahrhundert führte zu einer wissenschaftlich anerkannten Therapie, welche die zahnärztlichen Behandlungsmöglichkeiten erheblich erweitert. Heute ist es möglich, nahezu jede Zahnücke, wenn nötig mit entsprechenden Augmentationstechniken, adäquat zu versorgen [22; 33].

Im Zuge der Entwicklung von modernen Implantatsystemen wurden über die Jahre unterschiedlichste Typen entwickelt. Die Vielzahl der Implantatsysteme lässt verschiedenste Möglichkeiten der Einteilung zu. Im Wesentlichen lassen sich dentale Implantate, im folgenden Implantate genannt, einteilen nach der Lage des Implantats, der Implantatform, dem Implantatmaterial, dem Einheilungsmodus und der Oberflächenbeschaffenheit der Implantate. Ergänzend können als weitere mögliche Gesichtspunkte der Differenzierung der Implantationszeitpunkt (Sofort- bzw. Spätimplantat) und die sich der Implantation anschließenden prothetischen Konzepte angeführt werden [69].

### **1.2.1 Lage des Implantates**

Bezüglich der Lage eines Implantates lassen sich fünf verschiedene Formen differenzieren:

- Enossale Implantate
- Submuköse Implantate
- Subperiostale Implantate
- Transdentale Implantate
- Mischimplantate

Es werden heute in der Regel nur noch enossale Implantate, also Implantate mit einer direkten Verankerung im Knochen, verwendet. Bei den enossalen Implantatsystemen ist wiederum folgende Unterteilung möglich:

### 1.2.2 Enossale Implantatformen

Grundformen enossaler Implantate [69]:

- Blatt
- Schraube
- Zylinder
- Konus
- Nadel

Heute werden in der modernen Implantologie hauptsächlich zylinder- oder konusförmige Voll-Schraubenimplantate verwendet.

### 1.2.3 Implantatmaterial

Als eine ganz entscheidende Entdeckung in der dentalen Implantologie gilt die Anwendung von Titan. Es liegt in der Natur nicht in seiner Reinform vor, sondern muss durch Isolation aus Mineralien hergestellt werden. Titan findet man hauptsächlich in den Mineralien Ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ) und Rutil ( $\text{TiO}_2$ ).

Seit 1910 kann durch Matthew Hunter reines Titan hergestellt werden. Im Rahmen seiner Publikation beschreibt er bei der Reduktion von Titan-tetrachlorid mit Natrium Reinheitsgrade, die je nach Analyse-methode zwischen 96,3 und 100,2 % variieren [59].

Titan besitzt im Periodensystem der Elemente die Ordnungszahl 22. Bei einem Atomgewicht von 47,9 und einem Schmelzpunkt von 1668 °Celsius hat es eine vergleichsweise geringe Dichte von  $4,5 \text{ g/cm}^3$  und mit einem Wert von 22 W/mK eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit. Dies birgt den Vorteil in sich, dass thermische Reize nur in einem geringen Maße auf den Knochen übertragen werden [13].

Titan ist ein unedles Metall und so entsprechend reaktionsfreudig. Bei Kontakt mit Sauerstoff bildet sich auf einer Titanoberfläche sehr rasch eine Oxidschicht aus. Diese Oxidschicht schützt das Titan als Passivschicht sehr effektiv vor Korrosion. Titan liegt in 4 verschiedenen Reinheitsgraden vor. Für zahnmedizinische Zwecke dient meistens Titan vom Reinheitsgrad 2 als Ausgangsmaterial [81].

Bereits 1951 beschrieb Gottlieb Leventhal, in Anlehnung an die von Bothe, Beaton und Davenport im Jahre 1940 erschienene Publikation, dass sich Titan im Tierversuch in Ratten und Kaninchen als inertes Metall erwies [14]. Er schlug vor, dieses Metall zur Frakturfixation in der Chirurgie zu verwenden [75].

Der wissenschaftliche Durchbruch von Titan in der dentalen Implantologie kann auf den Orthopäden Brånemark zurückgeführt werden. Er stellte fest, dass die im Rahmen seiner Untersuchungen am Kaninchenknochen verwendeten Titanzylinder nach einigen Monaten mit dem Knochen verwachsen waren und nannte dieses Phänomen Osseointegration [16].

Heute wird bei der Herstellung von dentalen Implantaten aus Titan entweder reines Titan oder eine Legierung bestehend aus Titan, Aluminium und Vanadium ( $\text{Ti}_6\text{Al}_4\text{V}$ ) verwendet.

#### 1.2.4 Einheilungsmodus

Die Einheilung verläuft entweder offen (transgingival/ einphasig) oder geschlossen (subgingival/ zweiphasig). Beim offenen Verfahren muss zudem eine primäre Belastung von einer entlasteten Einheilung unterschieden werden.

Das subgingivale Verfahren, bei dem das Implantat etwa 3-6 Monate gedeckt unter der Schleimhaut einheilt, wurde zuerst von Brånemark gefordert [16; 17]. Es wurde postuliert, dass eine Osseointegration des Implantates nur möglich sei, wenn es ohne Kontakt zur Mundhöhle einheile. Dadurch sollten funktionelle Belastungen in der Einheilphase, das Einwachsen von Epithel in die Tiefe sowie Entzündungen vermieden werden. Nach der unbelasteten Einheilung ist ein chirurgischer Zweiteingriff zur Freilegung des Implantates nötig. Es bietet sich die Möglichkeit, das Weichgewebe zu formen sowie durch abgewinkelte Aufbauten die Achse des Implantates auszugleichen.

Auf der anderen Seite wurde an der Universität von Bern 1974 das Konzept der einzeitigen, transgingivalen Einheilung entwickelt [105-107]. Mehrere Forscher und Praktiker gründeten das International Team for Oral Implantology (ITI), um auf diesem Gebiet Forschung zu betreiben. Es werden meist einteilige Systeme verwendet, die mit der Mundhöhle in Kontakt stehen und offen einheilen. Ein Zweiteingriff entfällt und das chirurgische Vorgehen ist als weniger komplex anzusehen.

Transgingivale, einteilige Systeme sind aufgrund ihres weniger aufwendigen Vorgehens bei einfachen, eher funktionellen Fällen vorteilhaft, zweiteilige Implantate hingegen scheinen bei komplexen Fällen mehr Möglichkeiten zu bieten, einen ästhetischen Behandlungserfolg zu erzielen [26; 115]. Das zweizeitige Prozedere ermöglicht die Augmentation von Hart- und Weichgewebe mit und ohne Membrantechnik [36; 47].

Viele klinische Studien haben gezeigt, dass sowohl transgingivale [22; 24] als auch subgingival inserierte Implantate [44] erfolgreich sind. Hinsichtlich der Integration der Implantate im Hart- und Weichgewebe konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Einheilmöglichkeiten gefunden werden [1; 49].

### 1.2.5 Oberflächenbeschaffenheit der Implantate

Neben der Makrostruktur der Implantate gewann im Laufe der Jahre die Mikrostruktur, also die Oberflächenbeschaffenheit der Implantate, an Bedeutung. Waren die ersten Implantate Brånemarks noch glatt, so wurden die folgenden Implantatgenerationen mit rauen Oberflächen versehen.

Grundsätzlich können bei der Oberflächenmodifikation endossaler Implantate drei verschiedene Grundformen, im Folgenden in steigender Rauigkeit aufgelistet, unterschieden werden:

#### a) maschinerte Oberflächen

- z.B.- klassische Brånemark<sup>®</sup>-Fixtur, Fa. Nobel Biocare
- Diskos<sup>®</sup>-Implantat, Fa. Ihde Dental
- Bicortical<sup>®</sup>-Schraube, Fa. Oraltronics

#### b) ablative Oberflächen

→ geätzt

- z.B. Osseo-Integrator-90, Fa. Cresco Ti Systems

→ anodisch oxidiert

- z.B. NobelActive<sup>™</sup>-Implantat mit TiUnite-Oberfläche, Fa. Nobel Biocare

→ gestrahlt

- z.B. Titanoxidpartikelbestrahlung: Astra Tech-Implantat mit OsseoSpeed<sup>™</sup>-Oberfläche, Fa. Astra Tech
- Hydroxylapatitbestrahlung: SS-System mit RBM-Oberfläche, Fa. Osstem

→ kombiniert gestrahlt und geätzt

- z.B. Ankylos<sup>®</sup>-Implantat mit Friadent<sup>®</sup> plus-Oberfläche, Fa. Dentsply
- ITI<sup>®</sup>-Implantat mit SLA<sup>®</sup>-Oberfläche, Fa. Straumann

#### c) additive Oberflächen

→ Titanplasma-spray-beschichtet

- z.B. Osteoplate<sup>®</sup>-Blattimplantat, Fa. Oraltronics
- Camlog<sup>®</sup> Cylinder Line-Implantat, Fa. Camlog Biotechnologies
- Frialit 2 syncro-Implantat, Fa. Dentsply

→ Hydroxylapatit-beschichtet

- z.B. IMZ<sup>®</sup>-TwinPlus-Implantat, Fa. Dentsply,
- Bicon<sup>®</sup>-Implantat, Fa. Bicon,
- Replace<sup>®</sup> Steri-Oss-Implantat, Fa. Nobel Biocare

Ziel dieser Entwicklung war es, eine noch bessere Einheilung und Verankerung der Implantate zu ermöglichen. In Zellkulturstudien wurde gezeigt, dass eine raue Oberfläche eine positive Beeinflussung von osteoblast-like-cells (Englisch: Osteoblasten - ähnlichen Zellen) bewirkt [68; 96]. Überdies steigern raue Oberflächen im Vergleich zu glatten Oberflächen die Adhäsion und Matrixproduktion von Osteoblasten [50]. Raue Oberflächen werden nicht nur bevorzugt von osteogenen Zellen besiedelt, sondern erhöhen auch deren metabolische Aktivität [32; 37; 67; 121].

Ein weiterer Optimierungsversuch war die Entwicklung der chemisch aktiven und hydrophilen SLActive<sup>®</sup>-Oberfläche der Firma Straumann (Institut Straumann AG, Waldenburg, Schweiz). Ein gegenüber der SLA-Oberfläche um 60% größerer Knochen-Implantat-Kontakt in der kritischen Behandlungsphase zwischen der zweiten und vierten Woche soll für noch höhere Sicherheit und Prognostizierbarkeit sorgen [27]. Die aktuellste Neuentwicklung ist das Hochleistungsmaterial Roxolid<sup>™</sup>, eine Legierung aus Titan und Zirkonium. Damit soll insbesondere im Durchmesser reduzierten Implantaten eine höhere Stabilität verliehen werden.

### 1.3 Erfolgskriterien

Trotz hoher klinischer Verlässlichkeit und Vorhersagbarkeit des Therapieergebnisses gehören Verluste dentaler Implantate noch immer zum klinischen Alltag. Mögliche Ursachen für einen Implantatverlust können beispielsweise sein:

- Periimplantäre Infektion
- Bindegewebige Einheilung
- Implantatfraktur, Schraubenfraktur
- Fraktur der Beschichtung
- „iatrogene“ Ursachen (Fehlposition, onkologische Ursachen)

Bereits im Jahre 1989 forderte die Konsensuskonferenz des Arbeitskreises Implantologie der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) vergleichbare Beurteilungskriterien für den Implantaterfolg. Im Laufe der letzten Jahre wurden auf internationaler Ebene unterschiedliche Kriterien aufgestellt, die den Erfolg dentaler Implantate bewerten. Dazu wurden klinische und röntgenologische Parameter herangezogen, wobei es sich fast ausschließlich um Negativkriterien handelte, deren Fehlen oder Ausbleiben für einen Erfolg Bedingung ist und bei deren Auftreten ein Misserfolg konstatiert werden muss.

Für die Definition des Erfolges dentaler Implantate existiert bisher kein allgemeingültiger Konsens [19], obwohl international verschiedene Kriterienvorschläge erarbeitet wurden, die den Erfolg mittels klinischer und röntgenologischer Parameter bewerten. Die in der Literatur allgemein angegebenen durchschnittlichen Erfolgsraten für enossale Implantate sind durch die Verwendung verschiedener Implantatsysteme bei unterschiedlichen Indikationen und aufgrund unterschiedlicher Beurteilungskriterien nur bedingt vergleichbar [5; 42; 101]. Zur Beurteilung eines therapeutischen Verfahrens gehört jedoch auch die realistische Einschätzung der Erfolgssicherheit.

Die einfachste Beurteilung des Implantaterfolgs erfolgt unter dem Gesichtspunkt, ob sich das Implantat noch in der Mundhöhle befindet oder nicht. Zwar ist die Beurteilung eines Implantates hinsichtlich seines Erfolges nach dem Kriterium „in situ“ eindeutig und auch vom Zeitpunkt des Ereignisses genau feststellbar, als alleiniges Kriterium wird diese Bewertung jedoch von verschiedenen Autoren aufgrund des Fehlens klinischer Parameter für einen differenzierten Therapievergleich als nicht ausreichend angesehen.

In der Literatur werden zur Beurteilung des Erfolges implantologischer Maßnahmen häufig fünf verschiedene Bewertungsmaßstäbe herangezogen. Dazu zählen die Erfolgskriterienvorschläge von Schnitmann [104], Albrektsson [4], Buser [20], Jahn und d`Hoedt [58] sowie Naert [90] und Snauwaert [114] (Tabelle 1).

Eine etwas differenziertere Beurteilung wurde 2007 auf dem Internationalen Kongress der Oralimplantologen in Pisa, Italien vereinbart. Es wurde vorgeschlagen, den Zustand eines Implantates als Erfolg (optimaler Gesundheitszustand), zufriedenstellende Überlebensrate, beeinträchtigte Überlebensrate und Versagensfall zu bewerten.

Während die meisten Autoren ausschließlich klinische und röntgenologische Parameter zur Beurteilung eines Implantates heranziehen, berücksichtigen Jahn und d`Hoedt [58] die subjektive Bewertung des Implantates durch den Patienten.

**Tabelle 1:** Übersicht verschiedener Erfolgskriterien für dentale Implantate [3]

<b>Erfolgskriterien</b>				
<b>NIH-Konferenz: Schnitmann</b>	<b>Albrektsson et al.</b>	<b>Buser et al.</b>	<b>Jahn, d'Hoedt</b>	<b>Naert et al. Snauwaert et al.</b>
Implantat in situ	Implantat in situ	Implantat in situ	Implantat in situ	Implantat in situ und prothetisch versorgt
Lockerungsgrad 0-1	Lockerungsgrad 0	Lockerungsgrad 0-1	Lockerungsgrad 0-1	Periotest kleiner (+) 8
Eine röntgenologische Periimplantäre Transluzenz wird graduiert, trägt aber nicht zur Erfolgsdefinition bei	Keine periimplantäre Radiotransluzenz	Keine persistierende periimplantäre Radiotransluzenz	Das Implantat darf keinen zweiseitig durchgehenden Spalt mit einer Breite größer als 0,5 mm im Röntgenbild aufweisen	Keine periimplantäre Radiotransluzenz
Der vertikale Knochenabbau ist nicht größer als 1/3 der vertikalen Implantatlänge	Der vertikale Knochenabbau ist kleiner als 0,2 mm/Jahr nach dem ersten Jahr der Liegedauer		Der anguläre Knochendefekt (Mittelwert der mesialen und distalen Messung am Röntgenbild) darf nicht mehr als 3/10 des konstruktiv enossalen Implantatabschnittes betragen	
Gingivitis der Therapie zugänglich. Keine Verletzung von Zähnen, Kieferhöhle oder Nasenboden, keine Parästhesie oder Anästhesie	Kein Zeichen einer Infektion	Keine periimplantäre Infektion mit putriden Sekretion	Die Sulkustiefe darf nicht mehr als 4 mm bei zwei aufeinander folgenden Kontrollen betragen	Keine Implantatfraktur
Keine Verletzung von Zähnen, Kieferhöhle oder Nasenboden	Keine Verletzung von Nerven	Keine persistierenden Beschwerden wie Schmerz, Fremdkörpergefühl und/oder Dysästhesie	Die subjektive Bewertung des Implantates durch den Patienten darf nicht schlechter als 3 sein (deutsches Schulnotensystem)	Keine implantatinduzierten Schmerzen, Infektionen oder Parästhesien

## **1.4 Parameter zur Beurteilung des Behandlungsergebnisses**

### **1.4.1 Plaqueindex**

Um die Mundhygieneeffektivität des Patienten an der implantatgetragenen Suprakonstruktion und den Implantatdurchtrittsstellen zu kontrollieren, gibt es verschiedene Plaqueindizes (PI), wovon sich neben der von O`Leary et al. [92] bekannten Einteilung die von Mombelli et al. [88] angegebene Klassifizierung in vier Grade als besonders praktikabel erwiesen hat.

Klinische Bedeutung erlangt eine festgestellte erhöhte Plaqueakkumulation dadurch, dass dem Patienten erneut die Wichtigkeit einer optimalen Mundhygiene in Bezug auf den Langzeiterfolg seiner Implantate erklärt und gezeigt werden muss. Die Erfassung des Plaqueindex bestimmt somit zum einen die immer wiederkehrende Mundhygieneinstruktion und –motivation, zum anderen das Ausmaß der vom Behandler durchgeführten professionellen Reinigung der Implantate und Suprakonstruktionen, und damit auch das Recallintervall.

### **1.4.2 Gingivaindex**

Zur Beurteilung des Entzündungsgrades des periimplantären Gewebes dient der Gingivaindex (GI) als semiquantitativer Parameter. In der Vergangenheit häufige Anwendung fanden die graduierten Einteilungen nach Mombelli [88] oder Löe und Silness [76]. Letzterer ermöglicht eine graduierte visuelle Einschätzung der periimplantären Gewebe. Zur Bestimmung des GI-Wertes wird die Gingiva in vier Sektoren unterteilt, wobei drei bukkal und ein Sektor oral liegt. Der individuelle GI-Wert kommt durch die Bestimmung der Mittelwerte aller untersuchten Zähne zustande. Da ebenfalls eine Sonde zur Anwendung kommt, lassen sich oben genannter PI und der GI nach Löe und Silness gut in Kombination ermitteln [54].

### 1.4.3 **Keratinisierte Mukosa**

Wie beim natürlichen Zahn kann auch beim Implantat eine fixierte von einer beweglichen Mukosa unterschieden werden. Während erstere aus dichtem, kollagenfaserreichem und von keratinisiertem Epithel bedecktem Bindegewebe besteht, weist die bewegliche Mukosa einen hohen Anteil elastischer Fasern auf, die nicht von keratinisiertem Epithel bedeckt sind.

Die Dimension der keratinisierten Mukosa spielt hinsichtlich des ästhetischen Ergebnisses eine wichtige Rolle. Für ein harmonisches Resultat der implantatprothetischen Versorgung sollte ihr Verlauf dem der Nachbarzähne entsprechen. Neben der besonders im Frontzahnbereich wichtigen Ästhetik soll die keratinisierte Mukosa auch für die Hygienefähigkeit von Bedeutung sein. Man geht von einem geringeren Verletzungsrisiko aus, wenn der Implantatdurchtritt im Bereich befestigter Mukosa liegt [69].

### 1.4.4 **Periimplantäre Sondierungstiefen**

Die einem natürlichen Attachment ähnlichen Strukturen haben dazu geführt, wie an Zähnen auch an Implantaten Sondierungstiefen zu erheben [69]. Wie am natürlichen Zahn wird mit einer kalibrierten Sonde und einer Kraft von ca. 0,2 N gemessen.

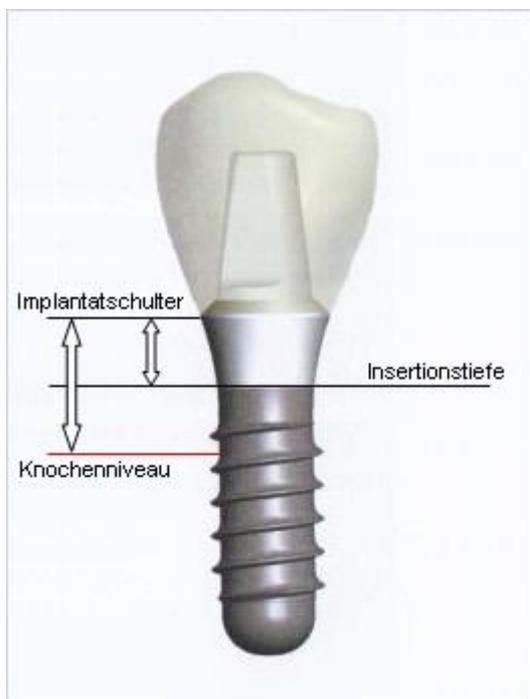
Die Messung der Sondierungstiefen am Implantat wird von der individuellen Messkraft und der prothetischen Suprakonstruktion beeinflusst. Dennoch hat dieser Parameter im Verlauf des Recalls eine große Bedeutung für die Früherkennung und Diagnostik und ist vielfach für die Art der weiteren Therapie entscheidend [89]. Beim Vorhandensein entzündlicher Prozesse penetriert die Sonde das Weichgewebe tiefer [54].

#### 1.4.5 Periotest/Mobilität

Mit dem von Schulte et al. 1983 [108] entwickelten Periotestverfahren ist eine objektive und reproduzierbare Messung der Implantatmobilität beziehungsweise der Unterscheidung von Osseointegration und bindegewebiger Einheilung möglich. Das Periotestgerät misst dynamisch die Reaktion des Parodontiums auf eine definierte Stoßbelastung, wobei die Implantatbeweglichkeit und die parodontale Dämpfung ermittelt werden. Als Messinstrument dient ein Handstück, in dem ein elektronisch gesteuerter Stößel bis zu seiner Sollgeschwindigkeit beschleunigt wird und das Implantat 4 Mal pro Sekunde perkutiert. Das Implantat bremst sozusagen den Stößel, je schneller die Abbremsung, je geringer die Beweglichkeit des Implantates und je größer das Dämpfungsvermögen des Parodonts. Der eigentliche Messwert ist die Bremszeit, die an einen Mikroprozessor weitergegeben wird, der die Abbremsung des Stößels in einem Zeitraum von einer Millisekunde elektronisch erfasst und in den sogenannten Periotestwert (PTW) umrechnet [109]. Dieser erscheint sowohl auf dem Display des Gerätes als auch über ein akustisches Signal. Der Periotestwert korreliert zwar eng mit der Implantatbeweglichkeit, ist jedoch keine direkte Beweglichkeitsmessung. Um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, sollte der Stößel immer senkrecht auf die Implantatoberfläche und von vestibulär im oberen Drittel des Implantatpfostens auftreffen.

#### 1.4.6 Radiologie (marginales Knochniveau)

Da die Osseointegration eines Implantates nur histologisch und ultrastrukturell nachweisbar ist, wird in der klinischen Diagnostik auf die radiologische Darstellung der periimplantären Knochenverhältnisse zurückgegriffen. Als limitierende Faktoren sind das Auflösungsvermögen und die zweidimensionale Bildgebung zu nennen. Die röntgenologische Untersuchung gilt jedoch als unverzichtbar, da andere Parameter wie Lockerungsgrad und Periotest zur Diagnostik pathologischer Prozesse nicht ausreichend sind [69].



**Abbildung 1:** Schematische Darstellung zur Bestimmung des marginalen Knochenabbaus bei ITI-Implantaten

#### 1.4.7 **Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ)**

Obwohl das Bundesministerium für Gesundheit bereits 1994 auf die Patientenzufriedenheit als wesentlichen Teil der Ergebnisqualität hingewiesen hat [7], wird die subjektive Zufriedenheit der Patienten mit der Implantatversorgung nur selten für die Definition des Erfolges berücksichtigt. Im Rahmen dieser Studie wurde eine Zufriedenheitsanalyse durchgeführt und die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ), die die Empfindungen der Mundgesundheit durch den Patienten beschreibt, gemessen.

#### 1.4.8 **Ästhetik**

Insbesondere implantatprothetische Restaurationen im sichtbaren anterioren Bereich sollten nicht ausschließlich anhand funktioneller, sondern auch anhand ästhetischer Parameter bewertet werden. Zur Beurteilung des ästhetischen Ergebnisses werden in der Literatur diverse Indizes wie der Papillen-Index [61], der Pink Esthetic Score (PES) [46] oder der Implantat Kronen Ästhetik Index [83] beschrieben. Letzterer besteht aus neun Unterpunkten, die Einfluss auf das ästhetische Ergebnis haben. So werden anatomische Form-, Farb- und Oberflächeneigenschaften der Krone und Form, Farb- und Oberflächeneigenschaften des periimplantären Weichgewebes mit den Nachbar- und kontralateralen Zähnen verglichen. Das Ausmaß der Abweichung wird mit Strafpunkten gewertet, deren Anzahl im Gesamtergebnis resultiert.

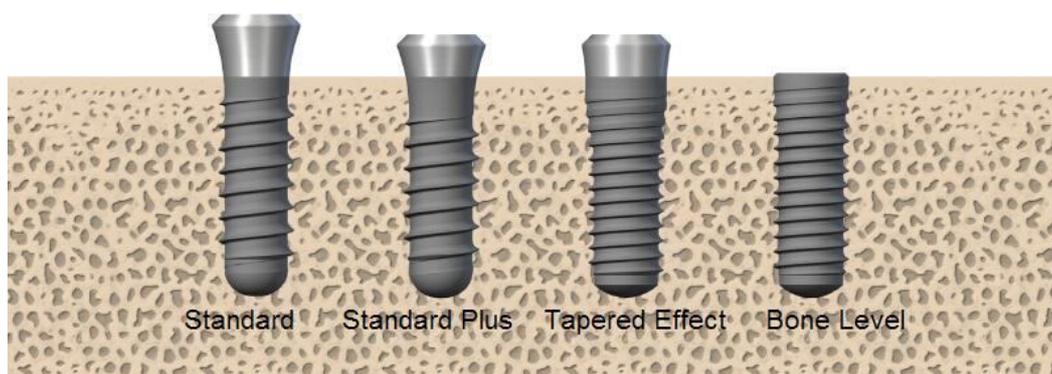
## 1.5 Das ITI-Implantatsystem

Aus den Erfahrungen, die von den Mitgliedern des Internationalen Teams für Implantologie gemacht und zusammengetragen wurden, wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut Straumann, mit Sitz in Waldenburg in der Schweiz, im Jahre 1985 das ITI-Implantatsystem entwickelt. Aus heutiger Sicht kann gesagt werden, dass das System unter gewissen anatomischen Mindestvoraussetzungen für alle Indikationen geeignet ist.

Das Designkonzept war anfangs unter Berücksichtigung biomechanischer Eigenschaften die Entwicklung von Hohlzylinderimplantaten.

Die Konstruktion der Hohlzylinderimplantate sollte den Knochendefekt möglichst gering halten bei gleichzeitiger maximaler Oberfläche zur Kraftübertragung. Durch dieses Konzept der perforierten Hohlzylinder strebte man eine Elastizität an, die der des Knochens nahe kommt. Probleme ergaben sich aus der nach Insertion auftretenden Nekrose des zentralen Knochenzapfens, was dazu geführt hat, dass sich die Entfernung des Zapfens durchgesetzt hat. Außerdem problematisch waren in den ersten Versionen Infektionen an den Perforationen, die zu therapieresistenten Infekten geführt haben. Auf diesen Erfahrungen aufbauend hat die ITI-Vollschraube den Hohlzylinder abgelöst [9].

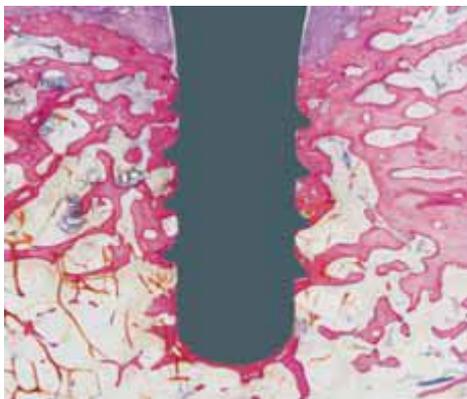
Das heutige Straumann®-Implantatsystem verfügt über unterschiedliche Implantatlinien, die indikationsabhängig zum Einsatz kommen (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Grundformen des Straumann®-Implantatsystems (Straumann GmbH)

Das Standard Implantat zur einzeitigen transgingivalen Einheilung, das Standard Plus Implantat für trans-, semi- oder subgingivale Implantation im ästhetischen Bereich und das Tapered Effect Implantat für die Sofort und Frühimplantation.

Allgemeine Eigenschaften des Implantatsystems sind eine 45°-Schulter, eine glatte Halspartie, eine Schraubkonusverbindung (Innenachtkant) sowie die Oberflächen SLA und SLActive, die die früher verwendete TPS-Oberfläche abgelöst haben. In der frühen Einheilphase fördert die SLA-Oberfläche die Apposition von neuem Knochen auf der Implantatoberfläche und führt so innerhalb weniger Wochen zu einer ausgezeichneten Sekundärstabilität. Wissenschaftliche Versuche, bei denen das Ausdrehmoment gemessen wurde (Abbildung 3), belegen das schnelle Anwachsen des Knochens am Implantat und somit den hohen Knochen-Implantat-Kontakt [21; 25; 30; 123]. In-vitro-Untersuchungen zeigen eine gesteigerte Zellaktivität [68; 78], die einen höheren Knochen-Implantat-Kontakt in kürzerer Zeit begünstigt. Die beschleunigte Knochenbildung an der SLA-Oberfläche verkürzt die Einheilzeit und ermöglicht bei Patienten mit guter Knochenqualität eine frühe Belastung des Implantats nach nur sechs Wochen.



**Abbildung 3:** Darstellung des direkten Knochenkontaktes eines Implantates mit SLA-Oberfläche



**Abbildung 4:** Narrow Neck Implantat

Das zylindrische Implantat ist in den enossalen Durchmessern von 3,3 mm, 4,1 mm und 4,8 mm verfügbar. Die Standard Plus Implantate haben unter Berücksichtigung der biologischen Breite eine geringere Schulterhöhe von 1,8 mm (Standard Implantat 2,8 mm) mit positivem Einfluss auf das ästhetische Ergebnis und das Emergenzprofil.

Das Standard Plus Implantat Narrow Neck (Abbildung 4) mit einem Durchmesser von 3,3 mm wurde für die Versorgung kleiner Einzelzahnücken im Frontzahnbereich von Ober- und Unterkiefer entwickelt. Das einteilige Narrow Neck hat ein im Implantat integriertes Octa-Sekundärteil und wie alle Standard Plus Implantate einen 1,8 mm messenden glatten Hals mit einer reduzierten Schulterbreite von 3,5 mm.

Desweiteren wurde das auf Knochenniveau zu inserierende Bone Level Implantat zur Anwendung in erweiterten Indikationsbereichen entwickelt.

## 2 Zielsetzung

Die Ziele der vorliegenden Studie waren:

- Die periimplantären Hart- und Weichgewebe im ehemaligen Spaltbereich inserierter ITI-Implantate anhand klinischer und röntgenologischer Parameter bei LKG-Patienten zu untersuchen.
- Den Einfluss verschiedener Kontrollparameter wie Knochenverlust, Breite der keratinisierten Gingiva, Plaquewerte oder Sondierungstiefen auf das ästhetische Ergebnis zu bewerten.
- Den Einfluss einer frühen definitiven prothetischen Versorgung nach 3 Monaten auf das Behandlungsergebnis zu messen.
- Die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) von LKG-Patienten in Zusammenhang mit implantatgetragendem Zahnersatz zu eruieren.
- Die Beurteilung des ästhetischen Ergebnisses durch Fachpersonal, Patienten und fachfremde Personen zu vergleichen.
- Die objektive Bewertung des ästhetischen Ergebnisses anhand des Implantat Kronen Ästhetik Index.

Neben der Dokumentation funktioneller Parameter sollte eine Gewichtung auf das ästhetische Resultat gelegt werden, da dieses bei der implantatprothetischen Rehabilitation von LKG-Patienten als besondere Herausforderung angesehen werden kann und in der verfügbaren Literatur eine eher untergeordnete Rolle spielt.

### 3 Patienten und Methoden

#### 3.1 Patienten, Chirurgie und Prothetik

Im Rahmen dieser retrospektiven Langzeitstudie wurden insgesamt 17 LKG-Patienten (10 männliche, 7 weibliche) nachuntersucht, die in der Frankfurter Klinik für Mund-, Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie zwischen 1999 und 2007 implantologisch versorgt wurden. Das Patientenalter zum Zeitpunkt der Implantation betrug durchschnittlich 23,8 Jahre (15-36 Jahre), für die Teilnahme Voraussetzung war die Insertion mindestens eines enossalen Implantates im Bereich der ehemaligen LKG-Spalte.

Insgesamt wurden 24 Implantate im Oberkiefer inseriert, davon 19 im Bereich der lateralen Inzisivi, drei in Position des Eckzahnes und zwei zum Ersatz des zentralen Schneidezahnes. Alle Patienten erhielten transgingival einheilende Implantate der Firma Straumann. Durchmesser und Länge der Implantate wurden vom vorhandenen Knochenangebot bestimmt. Eine Datenübersicht der inserierten Implantate liefert Tabelle 2.

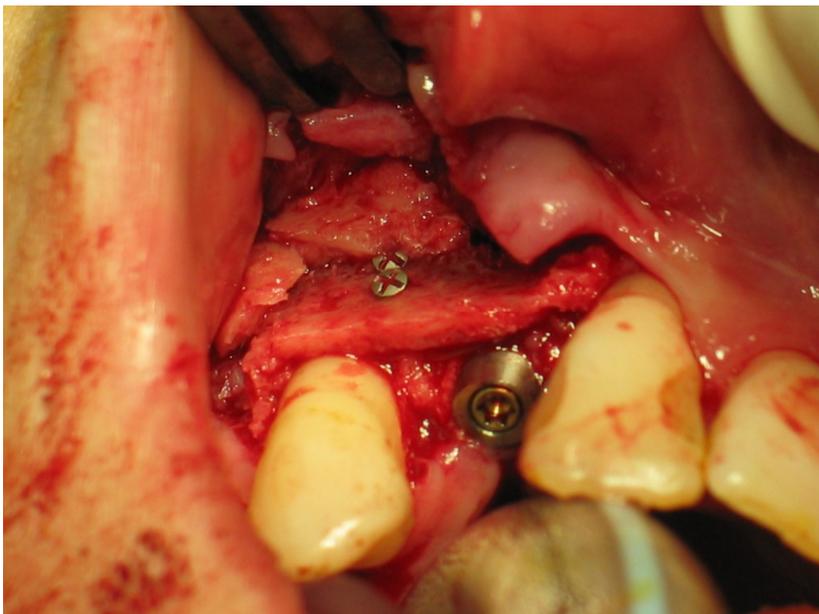
**Tabelle 2:** Übersicht der verwendeten Implantate nach Typ, Länge und Durchmesser

<b>Implantat-Typ</b>	<b>Anzahl</b>	<b>regio</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>
TPS NN 3,3x14mm	1					1	
3,3x12mm	1					1	
SLA NN 3,3x12mm	15			6	2	6	1
3,3x10mm	1			1			
SLA TE 4,1x12mm	1					1	
SP 4,1x12mm	5		2	3			
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>		<b>2</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>1</b>

Die Patienten hatten keine ernsthaften Allgemeinerkrankungen. Allerdings waren zwei der Patienten Raucher.

Die Richtlinien der Erklärung von Helsinki wurden während der gesamten Studie eingehalten. Alle Operationen wurden nach ISO9001:2000-Zertifizierung unter Lokalanästhesie oder Intubationsnarkose durchgeführt.

Von der Defektgröße abhängig wurden entsprechende Knochenmengen von intraoral (Kieferwinkel) oder von extraoral (Beckenkamm) entnommen. Durchgehende Defekte – wie in den meisten Fällen – wurden mit Kortigospongiosa vom Beckenkamm versorgt. Wenn keine Primärstabilität des Knochens erreicht werden konnte, wurde ein solider Knochenblock zwischen den Alveolarsegmenten verkeilt und mit Minischrauben (0,8x8 mm Microscrew; Fa. Stryker-Leibinger, Freiburg, Deutschland und 1,5x8 mm PolyMax; Fa. Synthes-Stratec, Oberdorf, Schweiz) fixiert (Abbildung 5).



**Abbildung 5:** Simultane Implantation mit Augmentation eines schraubenfixierten Transplantates in regio 12

Es wurde keine primäre Osteoplastik durchgeführt. Alle Patienten erhielten eine sekundäre Osteoplastik. Wenn das Knochangebot als ausreichend angesehen wurde (n=3), erfolgte die Implantation nach Abschluss des skelettalen Wachstums und Beendigung der kieferorthopädischen Behandlung. Bei insuffizientem Knochenangebot (n=14) erfolgte eine Reaugmentation im Sinne einer tertiären Osteoplastik. Dabei wurde eine simultane Implantation nur durchgeführt (n=2), wenn eine Primärstabilität erreicht werden konnte und

mehr als 70% der Implantatoberfläche direkten Knochenkontakt hatten. Bei zweizeitigem Vorgehen betrug die Einheilzeit des Transplantates drei Monate.

Die prophylaktische Antibiose von 1g Cefluaxon (Rocephin; Fa. Roche Pharma, Reinach, Schweiz) wurde intraoperativ verabreicht. Die postoperative Antibiose beinhaltete 250mg Cefuroxim orale (Elobact; Fa. Cascan, Bad Oldesloe, Deutschland) zweimal täglich für fünf Tage. Die Nähte (Seide 4.0) wurden am siebten Tag postoperativ entfernt. Eine Übersicht aller Patientenfälle stellt Tabelle 3 dar.

Nach dreimonatiger Einheilphase erfolgte die prothetische Versorgung mit verschraubten oder zementierten Suprakonstruktionen. Ein Patient (Nr.12) erhielt eine auf drei Zähnen (13,11,23) und zwei Implantaten in regio 12 und 22 zementierte Metall-Keramik-Brücke (Abbildung 6). Alle anderen wurden mit metall-keramischen Einzelkronen versorgt.



**Abbildung 6:** Prothetische Versorgung mit einer Zahn-Implantat-getragenen Brücke von 13-23

**Tabelle 3:** Überblick des Patientenkollektivs mit Diagnose [71], Therapie und Nachuntersuchungszeitraum

Patient Nr.	Geschlecht	Diagnose	Zeitspanne zwischen Sekundärer Osteoplastik und Implantation (Monate)	Zeitspanne zwischen Tertiärer Osteoplastik und Implantation (Monate)	Alter bei Implantation (Jahre)	Anzahl der inserierten Implantate	Follow-Up (Monate)
1	W	SHAL		5	17	1	46
2	M	SHAL	87		16	1	89
3	M	LAHS	78		21	1	66
4	W	LAHS		4	15	2	55
5	W	LAHS		13	32	1	6
6	M	SHAL		26	18	2	24
7	M	LAHS		3	27	2	24
8	M	SHAL		3	35	1	72
9	M	LAHS		4	29	1	46
10	M	LAHSHAL	114		22	1	51
11	W	LAHS		8	17	1	36
12	W	LAHSHAL		0	31	2	30
13	M	SHAL		13	16	1	29
14	W	LAHS		0	30	1	29
15	M	LAHS		20	36	3	12
16	W	LAHSHAL		6	22	2	19
17	M	SHAL		3	21	1	10

## 3.2 Klinische und röntgenologische Nachuntersuchung

Die klinische Nachuntersuchung umfasste das Dokumentieren verschiedener Parameter wie Plaqueindex, Gingivaindex, Breite der keratinisierten Gingiva, Rezessionen, Implantatmobilität (Periotest) und Sondierungstiefen (mesial, distal, vestibulär, oral).

### 3.2.1 Plaqueindex

Die Bestimmung des Plaqueindex wurde visuell und unter Zuhilfenahme einer zahnärztlichen Sonde vorgenommen. Nach Mombelli et al. [89] wurden folgende Schweregrade der Plaquebesiedelung unterteilt :

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

### 3.2.2 Gingivaindex

Zur direkten Beurteilung des periimplantären Gewebes, das heißt Blutungsneigung und entzündliche Veränderungen der Gingiva, wurde der Gingivaindex nach Loe und Silness [76] verwendet. Hierbei wird der Zustand der periimplantären Gewebe auf Blutungsneigung und Farbveränderungen sowie auf Besonderheiten der Oberflächenmorphologie untersucht. Diese Beurteilung des Implantatpfostens wird in vier Schweregrade eingeteilt. Man unterscheidet folgende Grade:

- **Grad 0:** normal aussehende Gingiva, keine Entzündung, Verfärbung, Blutung
- **Grad 1:** geringe Entzündung, leichte Farbveränderung, geringe Oberflächenveränderung, keine Blutung
- **Grad 2:** mäßige Entzündung, Rötung und Hypertrophie, Blutung bei Sondieren und auf Druck
- **Grad 3:** schwere Entzündung, starke Rötung und Hyperplasie, Tendenz zu Spontanblutung, Ulzeration

### 3.2.3 Keratinisierte Mukosa

Zur Quantifizierung kann die bewegliche Alveolarmukosa mit Schillerscher Jodlösung angefärbt werden. Hierbei färbt sich die bewegliche, glykogenhaltige Alveolarmukosa braun und kann von der fixierten keratinisierten Mukosa abgegrenzt werden.

Im Rahmen dieser Studie wurde die unbewegliche Mukosa durch Abziehen der Weichteile und Rolltest bestimmt. Beim Rolltest wird die bewegliche Mukosa mit dem Finger oder einer Parodontalsonde gegen den Implantatdurchtritt mobilisiert. Die keratinisierte Mukosa kann so dargestellt und gemessen werden.

### 3.2.4 Sondierungstiefen

Die Bestimmung der periimplantären Sondierungstiefen wurde jeweils an vier Flächen eines Implantates (vestibulär, oral, mesial und distal) mit einer stumpfen Parodontalsonde vorgenommen. Hierbei wurde stets mit dem gleichen Sondentyp (PCP 12, Fa. Hu-Friedy, Leimen, Deutschland) gemessen, um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten. Dabei wurde die Sonde parallel zur Implantatachse mit minimalem Druck in den Sulkus eingeführt, bis ein leichter Widerstand spürbar war.

### 3.2.5 Periotest

Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Periotestgerät der Firma Siemens (Siemens Dental AG, Bensheim) verwendet. In Abhängigkeit von Faktoren wie Implantatdesign, -geometrie, -lokalisierung und Ausmaß der kortikalen Verankerung reicht das Spektrum für osseointegrierte Implantate von -8 bis +5 [69].

Die Korrelation zwischen dem manuell bestimmten Lockerungsgrad und dem Periotestwert beschreiben d`Hoedt et al. [35] wie folgt:

**Tabelle 4:** Beziehung zwischen Periotestwert und klinischem Lockerungsgrad

Periotestwert	Klinischer Lockerungsgrad
-8 bis +9	0
+10 bis +19	I
+20 bis +29	II
+30 bis +50	III

### 3.2.6 Röntgenanalyse (marginales Knochenniveau)

Unmittelbar nach Implantatinsertion wurden Panoramaschichtaufnahmen (OPG) angefertigt, welche als Referenzaufnahme zur Bestimmung des Knochenabbaus zum Zeitpunkt des jeweils letzten Follow-Ups dienen (Abbildung 7).

Als Messpunkte wurden die Implantatschulter sowie das mesiale und distale periimplantäre Knochenniveau herangezogen. Der Abstand der Implantatschulter zum ersten sichtbaren Knochenkontakt wurde mit einer 100 Mikrometer-skalierten Messlehre bestimmt und auf einen halben Millimeter gerundet. Die bekannte Implantatlänge diente zur Bestimmung des Vergrößerungsfaktors.



**Abbildung 7:** Orthopantomogramm (OPG) zur Bestimmung des marginalen Knochenabbaus

### **3.3 Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ)**

#### **3.3.1 OHIP (Oral Health Impact Profile)**

Die Patienten wurden bei der klinischen Nachuntersuchung mit einer verkürzten Form des Oral Health Impact Profiles (OHIP) nach ihrer mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (MLQ) befragt. Der OHIP-Fragebogen wurde 1994 von Slade und Spencer [112] auf Patientenerhebungen basierend entwickelt und ist wissenschaftlich international anerkannt bezüglich seiner Validität und Reliabilität. Das OHIP zeichnet sich vor allem durch seine konzeptionelle Anlehnung an Modelle der Mundgesundheit aus, welche orale Erkrankungen in unterschiedlichen Ebenen einschließlich ihrer funktionellen, psychologischen und psychosozialen Auswirkungen beschreiben. Füllt ein Proband diesen Fragebogen aus, gibt er ein umfassendes Bild seiner selbstwahrgenommenen Dysfunktionen, psychischen und physischen Beschwerden ab [6].

Im Jahre 2003 wurde erstmalig das OHIP-Instrument einer gesamtdeutschen Normierung auf der Grundlage einer bevölkerungsrepräsentativen Befragung unterzogen und auf seine statistische Aussagekraft abgeklopft. Seitdem liegt eine speziell für Deutschland abgeprüfte Version des OHIP auf der Basis des Originalerhebungsinstrumentes vor. Die deutsche Version, OHIP-G, wurde vom Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ) erarbeitet, Autoren sind Dr. Mike John, Universität Leipzig und Dr. Wolfgang Micheelis, Leiter des IDZ [63].

Die verkürzte Version des deutschen Oral Health Impact Profile (OHIP-G 14) besteht aus 14 Fragen zu sieben Subskalen. Alle Fragen beziehen sich auf den Zeitraum des letzten Monats. Dem Probanden stehen auf einer Mehrstufenskala folgende Antwortmöglichkeiten zur Auswahl: „nie“ = 0, „kaum“ = 1, „ab und zu“ = 2, „oft“ = 3, „sehr oft“ = 4. Der Gesamtwert (Summenwert) des OHIP-G 14 kann also von 0 bis 56 reichen. Der Fragebogen wurde den Patienten nach telefonischer Rücksprache zugesandt oder im Rahmen eines Recalls beantwortet.

Die seit 2004 existierenden Normwerte mundgesundheitsbezogener Lebensqualität für Kurzversionen des Oral Health Impact Profile [64] wurden als Referenz für die Ergebnisse dieser Studie herangezogen.

### 3.4 Beurteilung der Ästhetik

Da mittlerweile auch dem ästhetischen Ergebnis als Erfolgskriterium einer implantologischen Versorgung zunehmend Rechnung getragen wird, war die Untersuchung dieses Parameters Teil der vorliegenden Arbeit. Zwar ist die Patientenzufriedenheit bereits Bestandteil des OHIP-Fragebogens, das ästhetische Ergebnis wird jedoch nicht explizit hinterfragt.

Im Rahmen dieser Arbeit beurteilten drei unterschiedliche Personengruppen das ästhetische Ergebnis der implantatprothetischen Versorgung von LKG-Patienten. Befragt wurden zehn Zahnärzte, zehn zahnmedizinische Laien sowie die Patienten selbst. Die Behandlungsergebnisse von vier Patienten wurden anhand von vier Fotos hinsichtlich roter Ästhetik (periimplantäres Weichgewebe), weißer Ästhetik (Zähne/Kronen) und Gesamterscheinungsbild nach dem deutschen Schulnotensystem bewertet.

Zur objektiven Bewertung wurde der Implantat Kronen Ästhetik Index verwendet [83]. Dieser beinhaltet neun Punkte, die Einfluss auf das ästhetische Ergebnis haben. So werden anatomische Form-, Farb- und Oberflächeneigenschaften der Krone sowie Form, Farb- und Oberflächeneigenschaften des periimplantären Weichgewebes mit den Nachbar- und kontralateralen Zähnen verglichen. Leichte Abweichungen werden mit einem Strafpunkt bewertet, große Diskrepanzen mit fünf. Das Gesamtergebnis resultiert aus der Summe aller Strafpunkte aus den neun bewerteten Unterpunkten (Tabelle 5).

**Tabelle 5:** Bewertungsskala nach dem Implantat Kronen Ästhetik Index

0 Strafpunkte	Exzellent
1 oder 2 Punkte	Zufriedenstellend
3 oder 4 Punkte	Moderat
5 oder mehr Punkte	Schlecht

Anhand von zwei Beispielen aus der Literatur [84] soll die Bewertung durch den Implantat Kronen Ästhetik Index veranschaulicht werden:



**Abbildung 8:** Implantatprothetische Versorgung in regio 21

Das ästhetische Resultat in Abbildung 8 weist folgende Defizite auf: Die labiale Konvexität der Krone ist leicht überkonturiert, leichte Abweichung in der Zahnfarbe, leichte Abweichung im Verlauf der marginalen Gingiva und die Mukosa ist leicht unterkonturiert. Somit ist das Gesamtergebnis des Indexes 4 Punkte, also moderate Ästhetik.



**Abbildung 9:** Implantatprothetische Versorgung in regio 11

Das ästhetische Ergebnis in Abbildung 9 wird folgendermaßen bewertet: Die mesio-distale Dimension der Krone ist leicht überkonturiert. Das Gesamtergebnis ist 1 Strafpunkt, also zufriedenstellende Ästhetik.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Übersicht

#### 4.1.1 Klinische und röntgenologische Parameter

Die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit betrug 40 Monate ( $\pm 22$ ). Nach dreimonatiger Einheilphase wurden die Implantate mit verschraubten oder zementierten Suprakonstruktionen prothetisch versorgt.

Von den insgesamt 24 inserierten Implantaten musste eines vor der prothetischen Versorgung aufgrund fehlender Osseointegration entfernt werden. Die Patientin (Nr.5) war Raucher und litt unter Anorexie. Alle anderen Implantate waren zum Zeitpunkt des letzten Follow-Ups in situ und prothetisch versorgt. Es lagen bei keinem Patienten Schmerzen, Dysästhesien, Neuropathien oder nicht therapierbare periimplantäre Entzündungen vor. Röntgenologisch waren keine periimplantären Transluzenzen erkennbar. Somit ergibt sich nach den Kriterien von Buser et al. [20] eine Erfolgsrate von 95,8%.

**Tabelle 6:** Übersicht der gemessenen Parameter aller Patienten beim jeweils letzten Recall  
**KA:** Knochenabbau; **PTW:** Periotestwert; **ST:** Sondierungstiefe; **PI:** Plaqueindex  
**GI:** Gingivaindex; **KM:** Keratinisierte Mukosa; **Rez:** Rezession

Pat. Nr.	KA(mm)	PTW	ST(mm)	PI	GI	KM(mm)	Rez(mm)
1	0,5	7	2	1	1	3	0
2	0	-6	2,25	1	0	1	1
3	0,5	2	3	2	1	3	1
4	1	-3	3	2	1	2	0
5*	9	20	3	2	3	1	0
6	0,5	-2	2,25	0	0	3	0
7	0	-2	2	0	0	2	0
8	0	6	2	0	0	3	0
9	1,5	-6	2,25	2	0	2	0
10	0	-6	2	0	0	5	0
11	1	-5	2,5	1	0	3	0
12	0,5	1	3	0	0	3	0
13	3	3	4,25	3	2	2	3
14	1	2	2,5	2	2	5	0
15	0	-2	2	1	0	2	0
16	1	-2	3,75	0	0	3	1
17	0	-4	2,25	0	0	3	1

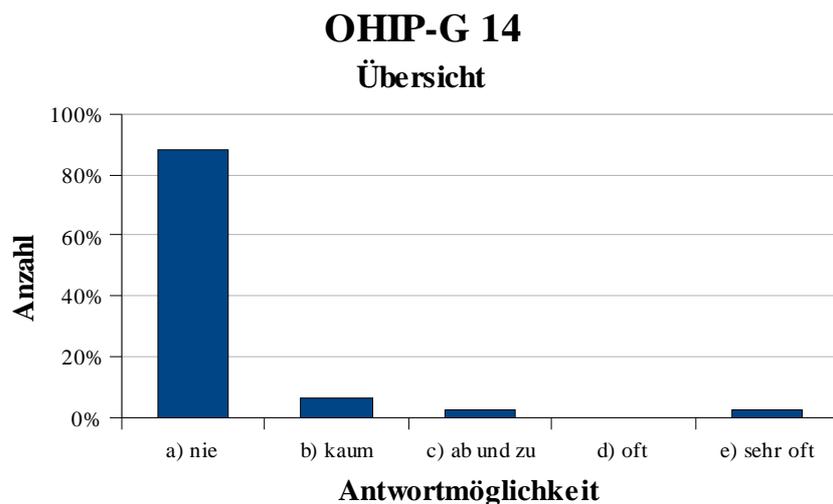
\* Implantatverlust aufgrund fehlender Osseointegration nach der Einheilphase

#### 4.1.2 Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität/ Ästhetik

Der OHIP-G 14-Fragebogen wurde den Patienten entweder postalisch zugesandt oder innerhalb des letzten Recalls beantwortet. Die Ergebnisse zur mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (Diagramm 1) vielen durchweg positiv aus. So wurden insgesamt 94,9% aller Fragen mit „nie“ oder „kaum“ beantwortet“. 41% der Patienten wiesen einen Summenwert von 0 auf.

Das ästhetische Ergebnis der implantatprothetischen Versorgung wurde von Patienten und zahnmedizinischen Laien besser bewertet als von Zahnärzten. Dabei wurde die weiße Ästhetik besser benotet als die rote. Insgesamt kann das Ergebnis der Ästhetik als durchaus befriedigend angesehen werden.

Die objektive Bewertung nach dem Implantat Kronen Ästhetik Index fiel moderat aus.



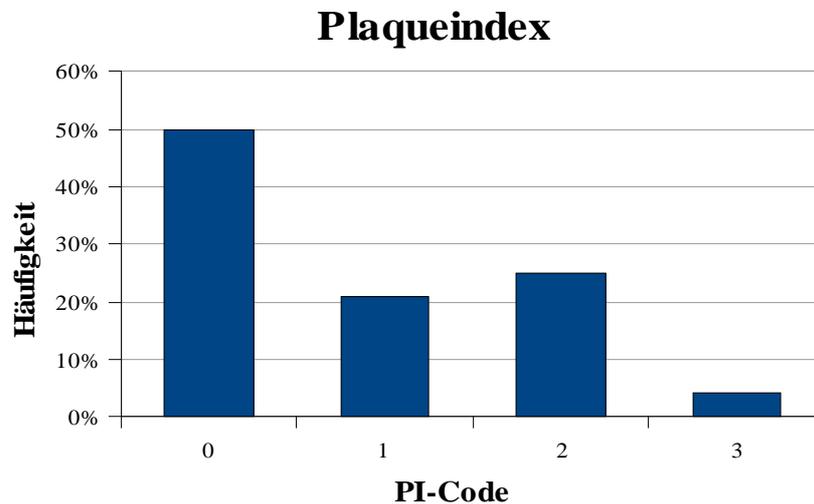
**Diagramm 1:** Prozentuale Verteilung der Antwortmöglichkeiten

## 4.2 Plaqueindex

Bei der Kontrolle des Plaqueindexes waren alle vier Grade der Bewertungsskala vertreten (Diagramm 2). Der Medianwert des Plaqueindexes betrug 1. Die meisten der Implantate hatten keine Plaquebesiedelung, der PI-Code 0 kam zu 50% (n=12) vor.

Bei 20,8% (n=5) der beobachteten Implantate wurde durch Ausstreifen mit der Sonde Plaque nachgewiesen und ein PI-Grad 1 gemessen.

Mit bloßem Auge sichtbare Plaque und somit Grad 2 wurde bei 6 Implantaten (25%) beobachtet. Massive Beläge und Plaqueindex Grad 3 wurde bei einem Implantat (4,2%) festgestellt.



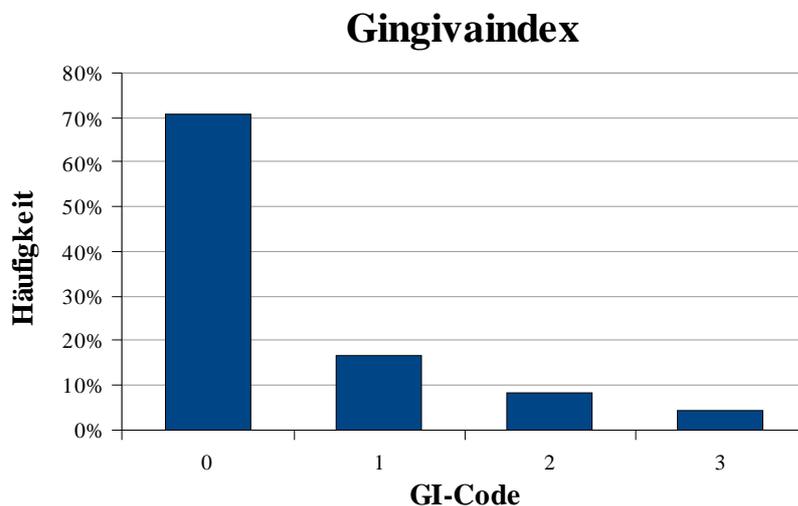
**Diagramm 2:** Übersicht über die Verteilung der vier verschiedenen PI-Grade (PI-Code)

**Tabelle 7:** Legende zu Diagramm 2. Beschreibung der vier Wertebereiche des verwendeten Plaqueindexes

Plaqueindex	Beschreibung
Grad 0	Keine Plaquebesiedelung
Grad 1	Durch Ausstreifen mit der Sonde nachweisbare Plaque
Grad 2	Mit bloßem Auge sichtbare Plaquebesiedelung
Grad 3	Massive Ausbildung von Zahnstein und Belägen

### 4.3 Gingivaindex

Bei den Messungen des Gingivaindexes waren alle Werte vom Minimalwert Grad 0 bis zum Maximalwert Grad 3 vertreten. Der Medianwert des Gingivaindexes betrug 0. 70,8% (n=17) der Implantate wiesen mit einem Gingivaindex von 0 entzündungsfreie Verhältnisse auf. Der GI-Wert 1 (geringe Entzündung, leichte Farbveränderung, geringe Oberflächenveränderung, keine Blutung) kam zu 16,7% (n=4) vor. Periimplantäre Verhältnisse Grad 2 entsprechend (mäßige Entzündung, Rötung und Hypertrophie, Blutung bei Sondieren und auf Druck) hatten eine Häufigkeit von 8,3% (n=2). Bei einem Implantat (4,2%) waren starke Rötung und Hyperplasie erkennbar (Gingivaindex Grad 3)



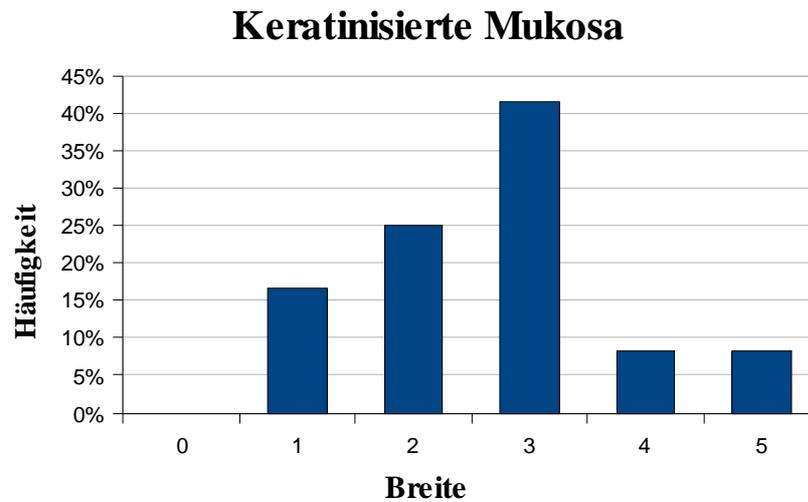
**Diagramm 3:** Übersicht über die Verteilung der vier verschiedenen GI-Grade (GI-Code)

**Tabelle 8:** Legende zu Diagramm 3. Beschreibung der vier Wertebereiche des verwendeten Gingivaindexes

Gingivaindex	Beschreibung
Grad 0	normal aussehende Gingiva, keine Entzündung, Verfärbung, Blutung
Grad 1	geringe Entzündung, leichte Farbveränderung, geringe Oberflächenveränderung, keine Blutung
Grad 2	mäßige Entzündung, Rötung und Hypertrophie, Blutung bei Sondieren und auf Druck
Grad 3	schwere Entzündung, starke Rötung und Hyperplasie, Tendenz zu Spontanblutung, Ulzeration

#### 4.4 Keratinisierte Mukosa

Die Breite der keratinisierten Mukosa (Diagramm 4) betrug durchschnittlich  $2,71 \pm 1,1$  mm. Mit 41,7% (n=10) hatten die meisten der untersuchten Implantate eine keratinisierte Mukosa von 3 mm Breite. Bei 25% (n=6) wurden 2 mm gemessen. 16,7% der Implantate (n=4) hatten eine 1mm breite keratinisierte Mukosa. Die Maximalwerte von 4 und 5 mm kamen bei jeweils 8,3% der Implantate (n=2) vor.

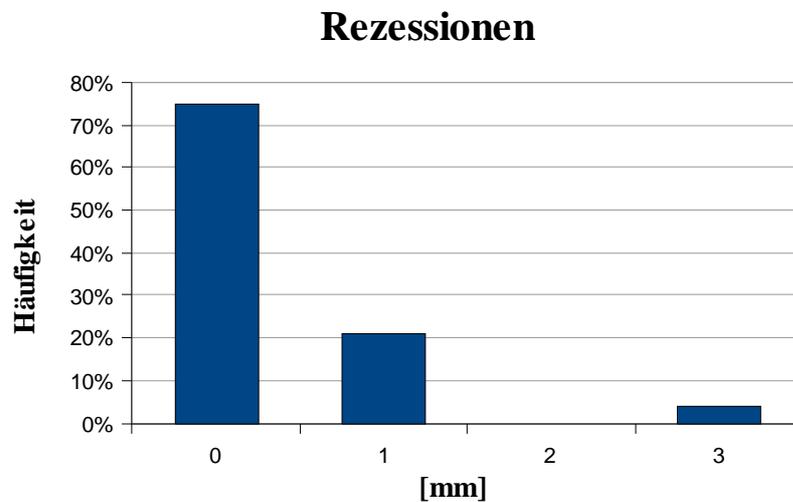


**Diagramm 4:** Prozentuale Verteilung der Breite der keratinisierten Mukosa

## 4.5 Rezessionen

Die gemessenen Rezessionswerte (Diagramm 5) reichten vom Minimum 0 mm bis zum Maximum 3 mm, wobei kein Implantat eine Rezession von 2 mm aufwies.

Der Durchschnittswert lag bei  $0,41 \pm 0,8$  mm. Bei 75% (n=18) der Implantate wurden keine Rezessionen (0 mm) festgestellt. 20,8% (n=5) der untersuchten Implantate wiesen eine Rezession von 1 mm auf. Mit einer Häufigkeit von 4,2% (n=1) konnte ein Wert von 3 mm gemessen werden.



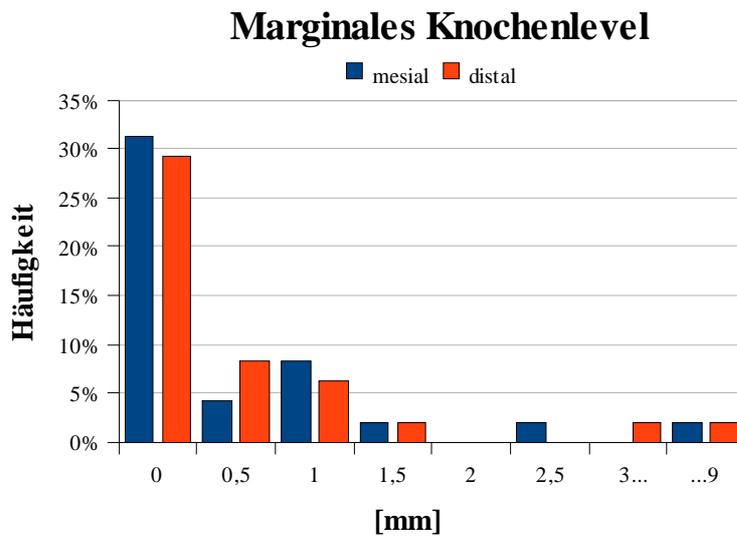
**Diagramm 5:** Prozentuale Verteilung der Rezessionswerte

## 4.6 Marginales Knocheniveau

Die Messungen des marginalen Knochenlevels ergaben ein Spektrum von einem Minimum von 0 mm bis zu einem Maximum von 9 mm (Diagramm 6). Der durchschnittliche marginale Knochenabbau betrug  $1,15 \pm 2,16$  mm. Dabei hatten 45,8% (n=11) der Implantate keinen Knochenabbau (0 mm). Ein Implantat hatte nach der Einheilphase mesial und distal einen 9 mm messenden Knochenverlust und musste entfernt werden.

Insgesamt wurde bei 60,5% der Stellen kein Knochenabbau festgestellt. Mit einer Häufigkeit von 12,5% wurde ein Knochenverlust von 0,5 mm gemessen. Sieben Mal (14,6%) betrug der marginale Knochenverlust 1mm.

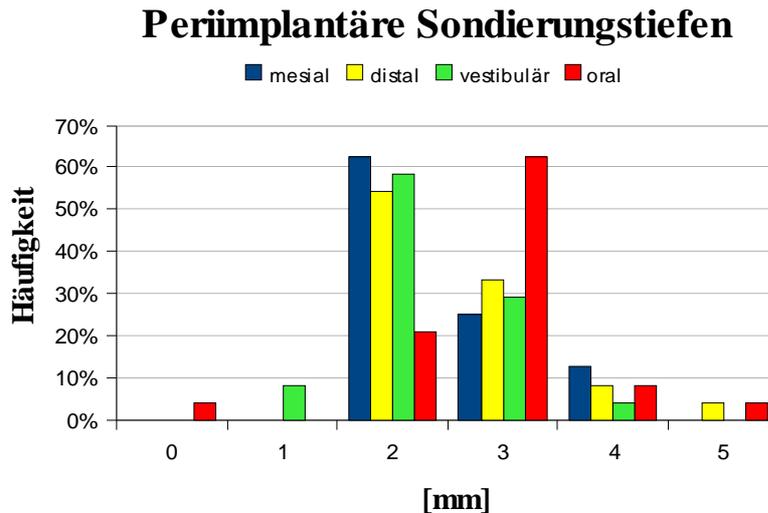
Der Wert 1,5 mm wurde zweimal gemessen, je einmal (2,1%) gab es 2,5 mm und 3 mm Knochenabbau. Zwischen mesialem und distalem marginalem Knocheniveau gab es keine signifikanten Unterschiede.



**Diagramm 6:** Prozentuale Verteilung des marginalen Knochenabbaus

## 4.7 Periimplantäre Sondierungstiefen

Die Sondierungstiefen wurden an vier Stellen pro Implantat erhoben, so dass insgesamt 96 Werte gemessen wurden. Der Minimalwert betrug 0 mm, der Maximalwert lag bei 5 mm (Diagramm 7).



**Diagramm 7:** Prozentuale Verteilung der periimplantären Sondierungstiefen

Der Durchschnittswert der periimplantären Sondierungstiefen lag bei  $2,56 \pm 0,66$  mm, wobei 89,6% der gemessenen Werte  $\leq 3$  mm waren. 48,9% ( $n=47$ ) der Sondierungstiefen maßen 2 mm, 37,5% ( $n=36$ ) der Messwerte ergaben 3 mm, 8,3% ( $n=8$ ) betrug 4 mm. Die restlichen 5,3% verteilen sich auf 0 mm ( $n=1$ ), 1 mm ( $n=2$ ) und 5 mm ( $n=2$ ).

Mesial wurde mit einer Häufigkeit von 62,5% ( $n=15$ ) der Wert 2 mm gemessen, 25% ( $n=6$ ) der Fälle ergaben 3 mm, 12,5% ( $n=3$ ) 4 mm.

Distal ergaben 54,2% ( $n=13$ ) der Messungen 2 mm, 33,3% ( $n=8$ ) 3 mm, 8,3% ( $n=2$ ) 4 mm und 4,2% ( $n=1$ ) 5 mm.

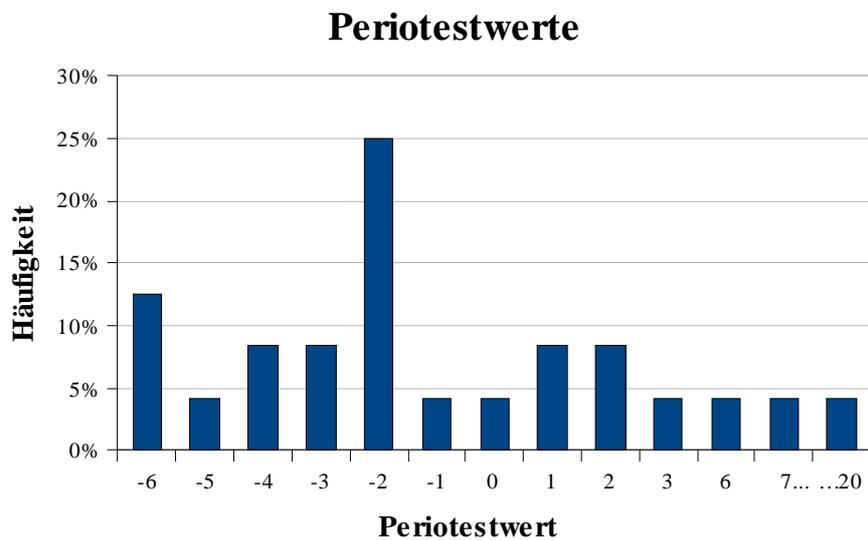
Vestibulär kam es bei 8,3% ( $n=2$ ) der Messungen zu einem Ergebnis von 1 mm, 58,3% ( $n=14$ ) ergaben 2 mm, 29,2% ( $n=7$ ) 3 mm und 4,2% ( $n=1$ ) 4 mm.

Oral betrug 62,5% ( $n=15$ ) der periimplantären Sondierungstiefen 3 mm, 20,8% ( $n=5$ ) 2 mm, 8,3% ( $n=2$ ) 4 mm und jeweils 4,2% ( $n=1$ ) 0 mm und 5 mm.

## 4.8 Periotest

Die gemessenen Periotestwerte lagen im Bereich zwischen -6 und 20, wobei ein Durchschnittswert von  $0,18 \pm 6,15$  ermittelt wurde. Der höchste Wert 20 wurde bei dem nicht osseointegrierten Implantat, das entfernt werden musste, gemessen. Bis auf dieses Implantat wiesen alle anderen und damit 95,8% der Implantate Periotestwerte auf, die dem klinischen Lockerungsgrad 0 bei natürlichen Zähnen entsprechen.

Mit einer Häufigkeit von 25% ( $n=6$ ) lagen die meisten der gemessenen Periotestwerte bei -2. 12,5% ( $n=3$ ) der Messungen ergaben den Wert -6. 8,3% ( $n=2$ ) der Implantate wiesen einen Periotestwert von -4, -3, 1 und 2 auf. Die Werte -5, -1, 0, 3, 6, 7 und 20 kamen mit einer Häufigkeit von 4,2% ( $n=1$ ) vor.



**Diagramm 8:** Prozentuale Verteilung der Periotestwerte

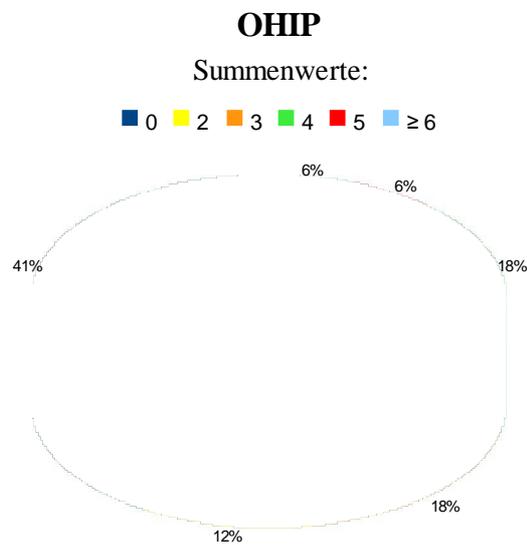
**Tabelle 9:** Legende zu Diagramm 8. Beziehung zwischen Periotestwert und klinischem Lockerungsgrad

Periotestwert	Klinischer Lockerungsgrad
-8 bis +9	0
+10 bis +19	I
+20 bis +29	II
+30 bis +50	III

## 4.9 OHIP-G 14/MLQ

Der OHIP-G 14 besteht aus 14 Fragen mit je fünf Antwortmöglichkeiten. Mit der in Tabelle 10 angelegten Punkteverteilung ergibt sich für den Summenwert (SW) eine Spanne von 0 bis 56 Punkten. 53% (n=9) der Patienten wiesen einen Summenwert von  $\leq 2$  auf (41%: SW 0; 12%: SW 2). 41% der Patienten hatten einen Wert  $\geq 3$  und  $\leq 5$  (18%: SW 3; 18%: SW 4; 5%: SW 5). Einmal lag der Summenwert bei 28 (Diagramm 9).

Eine Übersicht der Themenschwerpunkte mit den dazugehörigen prozentualen Verteilungen der Antworten gibt Tabelle 11.



**Diagramm 9:** Prozentuale Verteilung der Summenwerte des OHIP-G 14

**Tabelle 10:** Antwortmöglichkeiten des OHIP-G 14 mit dazugehörigem Punktwert

Antwort	Punktwert
Nie	0
Kaum	1
Ab und zu	2
Oft	3
Sehr oft	4

Alle 17 Fragebögen konnten ausgewertet werden, so dass die Gesamtzahl der Antworten  $n=238$  betrug. Die Übersicht über alle Fragen und alle Antworten der durchgeführten Befragung ergab, dass 88,2% ( $n=210$ ) aller Fragen mit „nie“ beantwortet wurden. 6,7% ( $n=16$ ) der Fragen beantworteten die Patienten mit „kaum“. Je 2,5% ( $n=6$ ) der Fragen wurden mit „ab und zu“ und „sehr oft“ beantwortet. Die Antwortmöglichkeit „oft“ wurde nicht gewählt.

Die Bewertung „oft“ und „sehr oft“ wurde insgesamt von nur einem Patienten angegeben und betrafen den psychosozialen Bereich. 11,1% gaben bei dem Unterpunkt Schmerzen an, es sei „ab und zu“ unangenehm, bestimmte Nahrungsmittel zu essen. Ebenfalls 11,1% hatten im letzten Monat „ab und zu“ ein Gefühl der Unsicherheit. 22,2% beantworteten die Frage, ob sie sich ein wenig verlegen fühlten mit „ab und zu“. Insgesamt wurden 94,9% aller Fragen mit „nie“ oder „kaum“ beantwortet.

Die Ergebnisse wurden mit den Normwerten mundgesundheitsbezogener Lebensqualität für Kurzversionen des Oral Health Impact Profile verglichen [64]. Diese Referenzwerte besagen, dass 50% der Deutschen ohne herausnehmbaren Zahnersatz einen OHIP-G 14-Summenwert von 0 aufweisen. Laut Norm haben 50% der Allgemeinbevölkerung mit herausnehmbarem Zahnersatz einen SW von  $\leq 4$ .

41% der Probanden aus der vorliegenden Arbeit hatten einen OHIP-G 14- Summenwert von 0. 50% wiesen einen SW von  $\leq 2$  auf. Somit liegen die Summenwerte der LKG-Patienten knapp über denen der Allgemeinbevölkerung ohne herausnehmbaren Zahnersatz, allerdings unter denen von Probanden mit herausnehmbarem Zahnersatz.

**Tabelle 11:** Profil der Antworthäufigkeiten aus der Befragung auf der Basis deutschen Oral Health Impact Profile (OHIP-G 14)

Nr.	Item	Nie	Kaum	Ab und Zu	Oft	Sehr oft
		0	1	2	3	4
		%	%	%	%	%
<b>Funktionelle Einschränkungen</b>						
1	Schwierigkeiten, Worte auszusprechen	94,4	5,6	0	0	0
2	Geschmacksinn beeinträchtigt	100	0	0	0	0
<b>Schmerzen</b>						
3	Schmerzen im Mundbereich	66,7	33,3	0	0	0
4	Unangenehm, bestimmte Nahrungsmittel zu essen	77,8	11,1	11,1	0	0
<b>Physisches Unwohlsein/Unbehagen</b>						
5	Gefühl der Unsicherheit	61,1	22,2	11,1	0	5,6
6	Gefühl der Anspannung	94,4	5,6	0	0	0
<b>Physische Beeinträchtigung</b>						
7	Unbefriedigende Ernährung	94,4	0	0	0	5,6
8	Mahlzeiten unterbrechen müssen	100	0	0	0	0
<b>Psychische Beeinträchtigung</b>						
9	Probleme zu entspannen	94,4	0	0	0	5,6
10	Sich ein wenig verlegen fühlen	72,2	0	22,2	0	5,6
<b>Soziale Beeinträchtigung</b>						
11	Anderen Menschen gegenüber reizbar	83,3	11,1	0	0	5,6
12	Es ist schwergefallen, alltäglichen Beschäftigungen nachzugehen	94,4	0	5,6	0	0
<b>Benachteiligung/Behinderung</b>						
13	Leben ganz allgemein weniger zufriedenstellend	83,3	11,1	0	0	5,6
14	Vollkommen unfähig etwas zu tun	94,4	5,6	0	0	0

#### 4.10 Subjektive Beurteilung der Ästhetik

Die befragten Zahnärzte und zahnmedizinischen Laien waren aufgefordert, anhand von vier Farbfotos (Patienten Nr. 10, 14, 16, 17) die Bewertung der roten Ästhetik (periimplantäres Weichgewebe), der weißen Ästhetik (prothetische Versorgung) sowie des Gesamterscheinungsbildes vorzunehmen. Die Bewertung erfolgte nach dem deutschen Schulnotensystem (1=sehr gut; 6=ungenügend). Mit zehn Teilnehmern pro Gruppe gab es bei vier zu bewertenden Fällen je 40 Benotungen für jeden der drei zu untersuchenden Parameter. Bei den Patienten lag die Anzahl der gegebenen Antworten bei vier pro Parameter, da nur die jeweils behandelten Patienten ihren eigenen Fall beurteilen sollten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 zusammengefasst. Am besten bewerteten die Patienten das ästhetische Ergebnis, gefolgt von der Gruppe der Laien und den Zahnärzten. Alle Teilnehmer beurteilten die Ästhetik der prothetischen Versorgung besser als die der periimplantären Weichgewebe.

**Tabelle 12:** Subjektive Bewertung des ästhetischen Ergebnisses

	Patienten	Laien	Zahnärzte
Mukosa	2,6	3,1	3,5
Krone	2,4	2,9	3,1
Durchschnitt	2,5	3,0	3,4

Note 1 = sehr gut; Note 6 = ungenügend

## 4.11 Implantat Kronen Ästhetik Index

Zur Beurteilung durch den Implantat Kronen Ästhetik Index wurden vier Farbfotos herangezogen (Patienten Nr. 2, 14, 16, 17), die implantatgetragene Einzelzahnversorgungen abbildeten und den Bewertungsvoraussetzungen des Index entsprachen.

Deutlicher als die subjektive Bewertung zeigte der Implantat Kronen Ästhetik Index den Unterschied zwischen roter und weißer Ästhetik (Tabelle 13). Alle mit Strafpunkten bewerteten Abweichungen lagen im Bereich der periimplantären Weichgewebe. Zwei Fälle (Nr. 16 und 17) konnten als zufriedenstellend, einer (Nr. 2) als moderat eingestuft werden. Aufgrund einer nicht vorhandenen Interdentalpapille musste eine Versorgung als schlecht angesehen werden (Nr. 14).

**Tabelle 13:** Bewertung des ästhetischen Ergebnisses nach dem Implantat Kronen Ästhetik Index

Patient Nr.	Krone	Mukosa	Gesamt
2	0	4	4
14	0	7	7
16	0	2	2
17	0	2	2
Durchschnitt	0	3,75	3,75

0 Punkte = exzellent; 1 oder 2 = zufriedenstellend; 3 oder 4 = moderat;  $\geq 5$  = schlecht

Nachfolgend werden die einzelnen Fälle beschrieben:

**Fall 1:**



Das Gesamterscheinungsbild von Fall 1 (Patient Nr.17) wurde von den Zahnärzten mit der Note 1,9 bewertet. Die rote Ästhetik benoteten die Fachleute mit 3 und die Verhältnisse der weißen Ästhetik mit 2,3. Die Gruppe der Laien beurteilten das Gesamterscheinungsbild dieses Patienten mit der Note 1,4. Die rote Ästhetik wurde von den fachfremden Personen mit 1,8

und die weiße Ästhetik mit 1,5 benotet. Der Patient bewertete seine Ästhetik mit gut (rot 2, weiß 2).

Der Implantat Kronen Ästhetik Index wurde mit 2 Punkten gewertet (0 Krone/2 Mukosa: Papille und Kontur).

**Fall 2:**



Fall 2 (Patient Nr.16) benoteten die Zahnärzte im Gesamterscheinungsbild mit der Note 4,0.

Dabei wurden die periimplantären Weichgewebsverhältnisse mit 4,2 schlechter bewertet als die prothetische Versorgung mit 3,6. Die Laien benoteten das Gesamterscheinungsbild dieses Patienten mit 3,4 etwas besser. Wie die

Zahnärzte sahen sie die rote Ästhetik mit 3,5 schlechter an als die weiße mit 2,8. Die Patientin sah die Ästhetik als ausreichend an (rot 4, weiß 3).

Der Implantat Kronen Ästhetik Index lag bei 2 (0 Kronen/2 Mukosa: Höhe und Farbe).

**Fall 3:**



Fall 3 (Patient Nr.14) wurde aus zahnärztlicher Sicht mit 3,5 im Gesamterscheinungsbild benotet. Die weiße Ästhetik wurde mit der Note 3,3 besser bewertet als die rote Ästhetik mit 3,8. Die Gruppe der Laien war hier anderer Meinung. Sie bewertete das Gesamterscheinungsbild mit 4,2, die rote Ästhetik mit 3,4 und die weiße Ästhetik

mit 4,2. Die Patientin benotete die Ästhetik mit 2 (rot 2, weiß 3).

Der Implantat Kronen Ästhetik Index wurde mit 7 Punkten gewertet (0 Krone/ 7 Mukosa: Rand, Kontur, Papille).

**Fall 4:**



Das Gesamterscheinungsbild von Fall 4 (Patient Nr. 10) benoteten die Zahnärzte mit 3,0. Die rote Ästhetik wurde von ihnen mit 2,6 besser bewertet als die weiße mit 3,2. Aus Sicht der Laien lag das Gesamterscheinungsbild bei 3,1, die rote und die weiße Ästhetik wurde jeweils mit 3,2 benotet. Der Patient gab bei allen Parametern die Note 2.

## 5 Diskussion

### 5.1 Diskussion der Methodik

#### 5.1.1 Osteoplastik und Implantation

Zwar existieren unterschiedliche Therapiekonzepte zur Behandlung von Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, jedoch wird die sekundäre Osteoplastik im Allgemeinen als fester Bestandteil der Therapie angesehen [15; 34]. Hierbei wird die befestigte Gingiva nach einem Zahnfleischrandschnitt von labial über die Kieferspalte mobilisiert und der Defekt mit Beckenkammpongiosa gefüllt.

Es besteht allgemeiner Konsens darüber, dass die Kieferspaltosteoplastik vor dem Durchbruch des Eckzahnes zum Zeitpunkt seines zu zwei Dritteln abgeschlossenen Wurzelwachstums erfolgen sollte. Eine sekundäre Osteoplastik mit einem Transplantat von der Crista Iliaca gewährt einen stabilen Kieferkamm und sorgt für die Unterstützung des Nasenflügels und eine natürliche Nasenposition. Ein Spongiosatransplantat ermöglicht einen unkomplizierten Zahndurchbruch, falls alle Zähne funktionsfähig erscheinen und ein kontinuierlicher Oberkieferbogen zu erwarten ist [15; 43; 51]. Bei der sekundären Osteoplastik wurde bisher kein dichter kortikaler Knochen vom Kinn oder Kieferwinkel verwendet, da ein verzögerter Zahndurchbruch befürchtet wurde. Die beständigere Qualität von kortikalen, mikrofixierten intraoralen Transplantaten [85; 87; 94] könnte in Zukunft eine geringere Resorption des Transplantates erlauben, wenn die Prognose des Durchbruchs unsicher ist, Zähne fehlen, ein Offenhalten der Lücke erforderlich ist oder eine lange Zeitspanne bis zur Implantation zu erwarten ist. Dabei müssen jedoch Zahndurchbruch und potentielle Wachstumsschübe genau beobachtet werden. Zur Fixierung sollten wie in dieser Studie verwendete resorbierbare Materialien zur Anwendung kommen, da das Auflösen eine passive Wanderung verhindert und einen Entfernungseingriff erspart [72].

Diese Überwachungen sind jedoch schwer zu quantifizieren, da konventionelles Röntgen einerseits wiederholte Strahlenbelastung bedeutet, andererseits die Bildgebung nur zweidimensional ist. Die Computertomographie (CT) kann das visualisierte Knochenvolumen beträchtlich verändern [91]. Da die Patienten im Verlauf der primären Spaltbehandlung schon eine hohe Zahl von Röntgenbildern in Kauf nehmen mussten, wurde die dentale Computertomographie als unnötige Strahlenbelastung angesehen. Zukünftig könnte die Digitale Volumen Tomographie (DVT) zum Einsatz kommen. Sie bietet sowohl den Vorteil der dreidimensionalen Darstellung als auch den einer geringeren Strahlenbelastung im Vergleich zum CT [52].

Von der Defektgröße abhängig können geeignete Knochenmengen von intraoral (Spina nasalis, Tuber maxillae, Kieferwinkel, Kinn) oder von extraoral (Beckenkamm) gewonnen werden [66; 85-87; 117].

Alternative Behandlungsmethoden wie die gesteuerte Geweberegeneration (GTR) und die Distraktionsosteogenese [23; 56; 62; 102; 126] werden eher zurückhaltend bewertet, da autogene Knochentransplantate noch immer den Goldstandard für erfolgreiche und vorhersagbare Ergebnisse repräsentieren [79; 94]. Die positiven Resultate dieser Studie, in der ausschließlich Transplantate vom Beckenkamm und Kieferwinkel zum Einsatz kamen, bestätigen diese Haltung. Die Entwicklung auf dem Gebiet der Knochenersatzmaterialien ist Gegenstand zahlreicher klinischer Studien. Für die Anwendung bei Patienten mit LKG-Spalten liegt jedoch noch keine Literatur vor. Neben der unbegrenzten Verfügbarkeit haben xenogene und alloplastische Materialien den Vorteil einer nicht vorhandenen Entnahmemorbidität.

Von großem Interesse sind das Vorgehen und die zeitliche Abstimmung von Augmentation (tertiärer Osteoplastik) und Implantation.

Klinische Berichte zeigen, dass unabhängig von der Defektätiologie die Knochenresorption nach Osteoplastiken etwa 4-6 Monate nach der Augmentation beginnt [10; 31; 103; 116; 117; 119]. Mit Spongiosa transplantierte sekundäre Osteoplastiken, die nicht von einem durchbrechenden Zahn belastet wurden, zeigten nach einem Zeitraum von fast sechs Jahren bis zur Implantatinsertion eine fast vollständige Resorption.

Dementsprechend fanden Dempf et al. [38] die geringste Resorption bei sekundärer Osteoplastik, wenn das Transplantat durch einen durchbrechenden Eck- oder seitlichen Schneidezahn belastet wurde, gefolgt von einem durch ein dentales Implantat belasteten Transplantat. Die größte Resorption hatte ein überhaupt nicht belastetes Transplantat. Von Ronchi et al. [103] wird daher eine Überkorrektur des Transplantates empfohlen.

Bei jugendlichen Patienten ist eine frühe Implantation vor Ende des Wachstumsschubes nicht empfehlenswert. So sind in der Literatur Ankylosen und passive Wanderung in den Knochen mit sekundären parodontalen, prothetischen und ästhetischen Problemen beschrieben [93; 97; 118]. Zudem kann die der Osteoplastik folgende kieferorthopädische Behandlung eine lange Zeit in Anspruch nehmen. Nach deren Abschluss kann beispielsweise ein hypoplastischer Schneidezahn eine starke Wurzelresorption entwickelt haben und eine spätere Implantation erforderlich machen. Zur Vermeidung dieser Komplikationen empfiehlt Ciapasco [29] die Insertion nach dem Wachstumsschub.

Oesterle et al. [93] sehen die größte Aussicht auf Langzeiterfolg bei einer Implantation in der späten Pubertät und dem frühen Erwachsenenalter.

Generelle Übereinkunft besteht hinsichtlich einer zügigen Implantation nach tertiärer oder später sekundärer Osteoplastik [29; 53; 60; 110; 116].

Einzeitige Osteoplastik und Implantation wird nicht als Mittel der Wahl angesehen. Einen beträchtlichen Knochenabbau bei allen Implantaten (n=20) bei simultaner Implantation und Augmentation von 14 LKG-Patienten mit Unterkiefertransplantaten beschreiben Jensen et al. [62].

Schwenzer und Ehrenfeld [110] befürworten ein zweizeitiges Vorgehen mit einem Abstand von drei Monaten, während Ronchi et al. [103] ein Intervall von 6-12 Monaten empfehlen.

Kearns et al. [65] untersuchten anhand von 14 Patienten mit 20 Implantaten den zeitlichen Abstand von Augmentation und Implantation und kamen zu dem Ergebnis, dass die Wahrscheinlichkeit für ein inadäquates Knochenvolumen wächst, je länger die Zeitspanne zwischen Augmentation und Implantation einen Zeitraum von vier Monaten überschreitet.

Härtel et al. [53] fordern eine Implantation nicht später als sechs bis acht Wochen nach Osteoplastik. Für den beobachteten frühen Knochenabbau machen die Autoren die durch vorangegangene Operationen entstandenen Narben verantwortlich, die eine Druckatrophie des Transplantates verursachen.

Bei dieser Studie betrug der durchschnittliche Abstand zwischen tertiärer Osteoplastik und Implantation acht Monate (0 bis 26 Monate). Zweimal wurde simultan zur Augmentation implantiert. Der zeitliche Abstand zwischen Augmentation und Implantation hatte in dieser Studie keinen signifikanten Einfluss auf die Implantatüberlebensrate oder klinische Parameter.

Kearns et al. [65] beschreiben zwei Implantatverluste bei Spalten, die mit kortikalem Knochen vom Kinn augmentiert wurden. Die Autoren vermuteten als Ursache die schlechtere Durchblutung der Spaltregion, die die Konsolidierung hauptsächlich kortikalen Knochens erschwere.

### 5.1.2 **Klinische Nachuntersuchung**

Die bei der klinischen Nachuntersuchung gemessenen Parameter sind von diagnostischer Bedeutung für das frühzeitige Erkennen und Therapieren einer Mukositis oder Periimplantitis. Nach Pontoriero [99] besteht eine positive Korrelation zwischen Plaqueakkumulation und der Ausprägung einer Mukositis/Periimplantitis. Dem Patienten müssen diese Zusammenhänge dargestellt werden. Bei erhöhten Plaquewerten sollten erneute Instruktionen und Remotivation hinsichtlich einer zu verbessernden Mundhygiene erfolgen.

Erhöhte Plaque- und Blutungsindizes stehen im Zusammenhang mit der Messung erhöhter Sondierungstiefen [74]. Für eine erhöhte Reizblutung bei Implantaten muss jedoch nicht eine entzündliche Veränderung vorliegen. Der im Vergleich zu natürlichen Zähnen instabilere periimplantäre Weichgewebsabschluss kann durch zu hohen Sondierungsdruck und ein Überschreiten der Saumepithelgrenze verletzt werden [69].

Bei transgingival inserierten Implantaten wie in dieser Studie ist diese Diagnostik bereits in der Einheilphase von Bedeutung, da das Implantat in Verbindung mit der Mundhöhle steht und es durch Plaqueakkumulation schon sehr früh zu periimplantären Infektionen kommen kann.

Für die Diagnose Periimplantitis entscheidend ist das Vorhandensein röntgenologisch sichtbarer periimplantärer Knochendestruktionen, wobei zervikale Knochenverluste nicht immer durch Entzündungen verursacht werden, sondern auch durch das operative Trauma oder Belastungsphänomene entstehen können und dann als stationär angesehen werden [54]. Die Analyse wird standardmäßig mittels OPG- oder Einzelbildaufnahmen durchgeführt, wobei durch die zweidimensionale Darstellung nur die mesialen und distalen Regionen beurteilt werden können. Die Sensitivität zur Darstellung kleinerer Knochenveränderungen ist gering und Informationen über die Knochendichte können nicht gewonnen werden. Dennoch ist die radiologische Untersuchung im Rahmen des Recalls zur Beurteilung der knöchernen Integration eines Implantates unverzichtbar, da andere Parameter wie Periotestwert oder Lockerungsgrad zu wenig sensitiv oder zu grob gerastert sind [69].

Trotz häufiger Anwendung des Gingivaindexes scheint dessen Aussagekraft sehr begrenzt. So berichtet Marks [77] über eine geringe intra- und interindividuelle Reproduzierbarkeit.

Es ist bis heute wenig bekannt über die Bedeutung der Breite keratinisierter Mukosa im Bezug auf gesunde Hart- und Weichgewebsverhältnisse [125]. Neben der Bedeutung für die Ästhetik wird ihr ein Einfluss auf die Mundhygienefähigkeit zugesprochen. Liegt der

Implantatdurchtritt im Bereich beweglicher Mukosa, kann ein erhöhtes Verletzungs- und Entzündungsrisiko nicht ausgeschlossen werden.

Block und Kent [11] berichteten, dass das Vorhandensein keratinisierter Mukosa im posterioren Unterkiefer eng in Verbindung mit optimalen Schleimhautverhältnissen stehe, während fehlende keratinisierte Mukosa mit einem krestalen Knochenabbau von 2 mm und mehr assoziiert wurde. Trotz fehlender statistischer Nachweise erscheint eine gewisse Breite an keratinisierter Mukosa aus klinischer Sicht sinnvoll. So fordern Wennström et al. [122] eine Mindestbreite von 2 mm im Bereich des periimplantären Durchtrittes.

Insbesondere bei LKG-Patienten wird in der Literatur die Anwendung mukogingivalchirurgischer Techniken zur Etablierung einer ausreichenden Breite keratinisierter Gingiva empfohlen, um die Prognose von Implantaten im ehemaligen Spaltbereich zu erhöhen [39-41]. Derartige Maßnahmen wurden bei den Patienten aus der vorliegenden Arbeit nicht angewendet, da in allen Nachuntersuchungen gesunde Weichgewebsverhältnisse vorgefunden wurden.

Die Bestimmung des Attachmentlevels, also die Messung der Sondierungstiefe bezogen auf einen Fixpunkt, zählt zu den wichtigsten Parametern für die klinische Zustandsbeurteilung eines Implantates. Im Rahmen einer Studie zu ITI-Vollschraubenimplantaten konnte für den Attachmentlevel eine hohe Sensitivität (96%) und eine hohe Spezifität (98%) für die An- oder Abwesenheit einer Periimplantitis nachgewiesen werden [8].

Die Mobilitätsmessung mittels Periotest kann als eine reproduzierbare Methode angesehen werden und ist sensitiver als der manuelle Beweglichkeitstest. Begleitend zur klinischen und radiologischen Untersuchung kann das Periotestverfahren die Diagnose pathologischer Vorgänge erleichtern. Es ist jedoch nicht möglich, das Ausmaß eines Knochenverlustes, einer Periimplantitis oder deren Therapie zu beurteilen [28].

### 5.1.3 OHIP-G 14/MLQ

Mit der deutschen Version OHIP-G 14 liegt ein international kompatibles Instrument zur Erfassung der MLQ vor. Da auch für die Kurzversion OHIP-G 14 auf die deutsche Allgemeinbevölkerung bezogene Normwerte existieren [64], kann mit diesem Fragebogen das Niveau eingeschränkter mundgesundheitsbezogener Lebensqualität für einzelne und Gruppen von Personen im Vergleich zum Grad eingeschränkter MLQ in der Allgemeinbevölkerung interpretiert werden. Eine Unterscheidung zwischen „normal“ und „krankhaft“ ist jedoch nicht möglich. Zwar ist eine relative Bewertung der MLQ möglich, ein Behandlungsbedarf kann daraus aber nicht abgeleitet werden. Das OHIP-G 14 beruht auf dem originalen englischen OHIP-E und ist daher das Instrument der Wahl, wenn internationale Vergleichbarkeit ein Kriterium ist und keine Langversion angewendet werden kann [113]. Eine noch kürzere Version mit nur fünf sehr aussagekräftigen Fragen könnte für allgemeinmedizinische, psychologische und sozialwissenschaftliche Studien interessant sein [64].

Es konnte gezeigt werden, dass das OHIP auch im Vergleich zu anderen Fragebögen, wie zum Beispiel dem MOS Short Form 36 Health Survey (SF-36), stärker mit dentalen klinischen Befunden assoziiert ist und damit stärker die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität widerspiegelt, die von der Patientenzufriedenheit beeinflusst wird [18; 57].

Landsberger et al. [73] postulierten, dass Patientenbefragungen ein nützliches Mittel seien, um das subjektive Behandlungsergebnis miteinzubeziehen und somit das Behandlungskonzept für LKG-Patienten zu verbessern.

#### 5.1.4 Ästhetik

Die implantatprothetische Versorgung von LKG-Patienten repräsentiert heutzutage eine anerkannte und vorhersehbar erfolgversprechende Behandlungsalternative mit Erfolgsraten zwischen 80% und 96%.

Thema heutiger implantologischer Diskussionen ist weniger das „Überleben“ eines Implantates als vielmehr die Optimierung der ästhetischen Verhältnisse. Im Gegensatz zu Implantationen im originären Knochen spielte die Bewertung des ästhetischen Ergebnisses bei LKG-Patienten in der Literatur bisher eine eher untergeordnete Rolle.

Die Ästhetik kann mittels subjektiver und objektiver Methoden bewertet werden. Eine subjektive Methode ist die Verwendung von Fragebögen, die vom Patienten ausgefüllt werden. Zur objektiven Beurteilung ästhetischer Verhältnisse sind in der Literatur verschiedene Indizes beschrieben.

Für konventionelle Zahnkronen gibt es eine Reihe Indizes zur objektiven Bewertung der Ästhetik, die jedoch bei implantatgetragenen Einzelkronen nicht angewendet werden können. Die periimplantäre Mukosa, die die ästhetischen Verhältnisse in hohem Maße beeinflusst, findet bei diesen Indizes keine Berücksichtigung.

Andererseits existieren einige Indizes, die ausschließlich der Beurteilung der Weichgewebe oder einzelner Parameter dieser dienen. Der Papillen-Index nach Jemt [61] beispielsweise bewertet die Höhe der interproximalen Mukosa benachbarter Einzelimplantate, die gesamten periimplantären Weichgewebsverhältnisse und Oberflächenstrukturen werden allerdings nicht berücksichtigt. Der Pink Esthetic Score wiederum beinhaltet das gesamte periimplantäre Weichgewebe, die prothetische Versorgung wird jedoch außer Acht gelassen [46].

Meijer et al. [83] stellten mit dem Implantat Kronen Ästhetik Index einen objektiven Bewertungsmaßstab vor, der dem ästhetischen Ergebnis sowohl von implantatgetragenen Einzelkronen als auch der benachbarten Mukosa Rechnung trägt. Der Implantat Kronen Ästhetik Index wurde auch schon zur Bewertung der Ästhetik nach augmentativen Maßnahmen herangezogen [84], bei der Rekonstruktion von LKG-Spalten mit anschließender Implantation wurde er nach Wissen des Autors bisher jedoch noch nicht angewendet.

## 5.2 Diskussion der Ergebnisse

### 5.2.1 Implantatüberlebensrate, Risikofaktoren

Nach einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 40 Monaten ergab sich eine Implantatüberlebensrate von 95,8%. Von insgesamt 24 inserierten Implantaten waren zum Zeitpunkt des letzten Recalls 23 in situ und prothetisch versorgt. Diese Erfolgsquote liegt im Bereich derer vieler Autoren, die bislang über die Versorgung von LKG-Patienten mit dentalen Implantaten berichteten. Bei verschiedenen Patientenzahlen und Nachuntersuchungszeiträumen sind in der Literatur Erfolgsraten zwischen 82% und 98% zu finden [53; 70; 82].

Diese Erfolgsraten sind vergleichbar mit Werten nicht augmentierter Einzelzahnimplantationen, wobei hier die Anzahl der inserierten Implantate und die Dauer der Nachuntersuchungszeit höher sind als bei den in der Literatur beschriebenen Implantationen bei LKG-Patienten. So liegen für die Versorgung von Patienten mit LKG-Spalten keine Multicenter-Studien vor und die größten dokumentierten Patientenkollektive umfassen 45 Patienten mit 75 Implantaten und einem durchschnittlichen Follow-Up von 5,5 Jahren (1,5-11,3 Jahre) [70] bzw. 47 Patienten mit insgesamt 71 Implantaten [82] und einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 60 Monaten (21-120 Monate).

Bei Kramer et al. [70] lag die Implantatüberlebensrate bei 82,2%. Die Auswertung erfolgte nach Naert et al. [90] und wurde mit Kontrollgruppen anderer Indikationen verglichen. Zwar lag die Überlebensrate der Implantate bei LKG-Patienten unter der von Implantationen ohne Augmentation (Kontrollgruppe 1: 91,5%), sie war jedoch höher als die bei Implantationen mit Augmentation nach Trauma oder Atrophie (Kontrollgruppe 2: 76,2%). Als einer der Gründe hierfür wird das mit durchschnittlich 25,9 Jahren niedrige Alter des Spaltkollektivs genannt (Kontrollgruppe2: 36,2 Jahre). Das schnellere Abflauen von Regeneration und Remodelling nach Augmentationen bei jüngeren Patienten ist eine allgemeine klinische Beobachtung [80]. Das Implantat der vorliegenden Studie ging bei einer Patientin (Nr.5) verloren, die mit 32 Jahren etwa 8 Jahre über dem Durchschnittsalter lag, wobei diese Patientin Raucher war und unter metabolischen Störungen litt. Innerhalb der Gruppe mit LKG-Spalten konnten Kramer et al. allerdings keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Patientenalter und erhöhtem Verlustrisiko erkennen [70].

Im Gegensatz zu Kramer et al. [70] fand Landes [72] keine signifikanten Unterschiede zwischen der Überlebensrate einer Implantation nach Zahnverlust durch Trauma und der von LKG-Patienten. Er untersuchte zwei Gruppen mit jeweils 20 Patienten, die nach Augmentation des Oberkieferdefektes implantologisch versorgt wurden. Unabhängig von Ätiopathologie des Defektes lag die Erfolgsrate bei beiden Gruppen 10% unter der von nicht augmentierten Patienten.

Über das bisher größte Patientenkollektiv von 47 Patienten mit 71 im Spaltbereich inserierten Implantaten und einer Nachuntersuchungszeit von durchschnittlich 60 Monaten berichten Matsui et al. [82]. Bei nur einem Implantatverlust ist die Überlebensrate von 98,6% mit der von in der Literatur angegebenen Implantationen ohne Augmentation vergleichbar.

In der Literatur werden verschiedene Einflüsse und Risikofaktoren diskutiert, die das Überleben eines Implantates im augmentierten Spaltbereich bestimmen.

Kramer et al. [70] betonen die Wichtigkeit der Augmentation, da die meisten Implantatverluste innerhalb des ersten Jahres nach Insertion beobachtet wurden und in diesem Zeitraum die Remodellingprozesse am stärksten ausgeprägt sind [48]. Der Implantatverlust in unserer Studie trat ebenfalls in diesem Intervall auf (drei Monate nach Implantation).

Wie bereits erwähnt, existieren verschiedene Vorgehensweisen hinsichtlich des Zeitpunktes der Osteoplastik (primär/sekundär/tertiär) und der Implantation (ein/zweizeitig). Die hohe Implantatüberlebensrate der im Frankfurter Klinikum therapierten Patienten unterstützt die Methode der sekundären Osteoplastik mit darauf folgender tertiären Osteoplastik (Augmentation) und zeitnaher Implantation.

Eine wichtige Rolle im Hinblick auf ein ausreichendes Knochenvolumen spielt die Anzahl und die Technik chirurgischer Eingriffe bei LKG-Patienten. So fordert Landes [72], dass zukünftig keine vestibulären Mukosalappen das Knochentransplantat bedecken sollten, da es durch die Narben zu einer Druckatrophie kommt.

Als allgemein in der Implantologie diskutierte Faktoren sind Länge, Durchmesser und Typ des verwendeten Implantates zu nennen. Während Kramer et al. [70] über eine signifikant höhere Überlebensrate bei Längen  $\geq 13$  mm berichten und Matsui et al. [82] eine hohe Erfolgsrate ebenfalls mit längeren Implantaten in Verbindung bringen, zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit einen ähnlichen Erfolg bei Implantatlängen von 12 mm.

Die hohe Sicherheit von Implantatoberflächen mittlerer Rauigkeit wie der SLA-Oberfläche bestätigt sich auch bei der schwierigen Ausgangssituation im augmentierten Spaltbereich. Pinholt [98] beschreibt eine signifikant höhere Überlebensrate gegenüber maschinieren Bränemark-Implantaten in der autogen augmentierten Maxilla.

### 5.2.2 Klinische Parameter

Die in dieser Studie untersuchten klinischen Parameter hatten keinen statistisch relevanten Einfluss auf die Implantatüberlebensrate oder das ästhetische Resultat der Behandlung.

#### *Plaque- und Gingivaindex*

Wie zu erwarten ergab sich bei den Hygieneindizes eine statistische Relevanz zwischen Plaque- und Gingivaindex. 50% der Implantate hatten einen Plaqueindex von 0 und 21% einen Plaqueindex von 1. Der Gingivaindex lag bei 71% der Implantate bei 0. Dies spricht zum einen für die Hygienezugänglichkeit der implantatprothetischen Versorgung, zum anderen für eine gute Compliance und Mitarbeit der Patienten. Ähnliche Werte bei ITI-Implantaten in Verbindung mit autogenen Knochentransplantaten beschreiben ten Bruggenkate et al. [117]. Deppe et al. [41] fanden bei 32 LKG-Patienten mit 35 Implantaten mittlerer Rauigkeit (IMZ und Frialit 2) einen durchschnittlichen Plaqueindex von 1,4. Diese Werte sind vergleichbar mit denen von natürlichen Zähnen gut motivierter Patienten.

#### *Sondierungstiefen*

Die periimplantären Sondierungstiefen lagen bei durchschnittlich 2,56 mm (mesial 2,5 mm; distal 2,63 mm; bukkal 2,29 mm; oral 2,83 mm). Insgesamt waren 89,6% der gemessenen Werte  $\leq 3$  mm. Dieses Ergebnis liegt im Bereich der in der Literatur beschriebenen Sondierungstiefen für erfolgreiche Implantate zwischen 1,5 und 3,5 mm [69]. Abhängig von individuellen Schleimhautdicken können auch höhere Werte als physiologisch angesehen werden.

Ähnliche Werte für ITI-Implantate in Kombination mit autogener Augmentation fanden ten Bruggenkate et al. [117]. Bei 32 Implantaten lagen alle Sondierungstiefen bei  $\leq 4$  mm (2 mm: 22%; 3 mm: 66%; 4 mm: 12%).

Zarone et al. [124] fanden beim ITI-Narrow Neck Implantat durchschnittliche Sondierungstiefen von 2,58 mm nach 24 Monaten, wobei die Implantate in originären Knochen inseriert wurden und keine augmentativen Maßnahmen nötig waren.

### *Keratinisierte Mukosa/Rezessionen*

83,3% der untersuchten Implantate wiesen eine Breite keratinisierter Mukosa mit einer Breite von  $\geq 2$ mm auf. Dieser Wert wird in der Literatur von einigen Autoren als Mindestbreite für die periimplantäre Durchtrittszone angegeben [69]. Es besteht jedoch eine kontroverse Diskussion bezüglich dieses Parameters. Die aus bestimmten Operationstechniken resultierende nicht keratinisierte Mukosa soll einerseits nicht zwangsläufig zu periimplantären Infektionen führen, andererseits ist bewegliche Schleimhaut anfälliger für entzündliche Veränderungen, was wiederum über eine Mukositis in einer Periimplantitis resultieren kann, die einen der Hauptgründe für Implantatverlust darstellt. So werden von Deppe et al. [41] mikrostrukturierte Implantate und bei beweglicher periimplantärer Mukosa die Anwendung mukogingivaler Chirurgie empfohlen.

Da die Breite der keratinisierten Mukosa auch das ästhetische Resultat beeinflusst und alle Implantate dieser Studie in der ästhetisch relevanten Zone liegen, könnte ein mukogingivalchirurgischer Eingriff bei wenig oder nicht vorhandener unbeweglicher Schleimhaut in Frage kommen. Jedoch muss bei diesem Verfahren die hohe Schrumpfung der Transplantate berücksichtigt werden. So fanden Deppe et al. [41] die ursprünglich vertikale Dimension nach durchschnittlich 5,7 Jahren nur in drei von 16 Fällen wieder.

Zigdon et al. [125] untersuchten die Rolle keratinisierter Mukosa bei dentalen Implantaten und kamen zu dem Ergebnis, dass diese sowohl klinische als auch immunologische Parameter beeinflusst. Hervorgehoben wird ihre Bedeutung in der ästhetischen Zone, in der dünne und schmale keratinisierte Mukosa zu erhöhten Rezessionen führen kann. In der vorliegenden Arbeit traten bei 21% (n=5) der Implantate Rezessionen auf. Diese betragen 1 mm (n=4) und 3 mm (n=1). Ein Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein oder der Breite keratinisierter Mukosa und dem Entstehen von Rezessionen konnte nicht festgestellt werden. Eine Auswirkung auf andere klinische Parameter wie Sondierungstiefe, Plaque- oder Gingivaindex wurde nicht beobachtet. Bei der Beurteilung des ästhetischen Ergebnisses hatten andere Faktoren (Papille, Farbe und Kontur der periimplantären Mukosa) größeren Einfluss, so dass die Bedeutung der Breite der keratinisierten Mukosa in den Hintergrund rückte.

### *Mobilitätsprüfung/Periotest*

Die klinische Beweglichkeitsprüfung wurde manuell, per Klopfeschall und Periotest durchgeführt. Die manuelle Mobilitätsprüfung und der bei allen Implantaten vorhandene helle Klopfeschall ergaben eine zu 100% ankylotische Einheilung. Zwar sind diese beiden Methoden ohne größeren zeitlichen und instrumentellen Aufwand durchführbar und vom Ergebnis her eindeutig, jedoch müssen sie als relativ grob gerasterte Parameter angesehen werden, die keine differenzierteren Bewertungen physiologischer oder pathologischer Zustände erlauben. Bei dem als sensitiver zu bewertenden Periotestverfahren liegen die Werte für osseointegrierte Implantate im Bereich zwischen -8 und +5 [69].

91,3% der prothetisch versorgten Implantate lagen in diesem Wertebereich, zwei lagen minimal darüber (+6 bzw. +7). Verschiedene Faktoren wie Implantatdesign, -geometrie, -lokalsation und Ausmaß der kortikalen Verankerung beeinflussen das Ergebnis. Da für den augmentierten Oberkieferbereich eher höhere Werte erwartet werden konnten, sind diese Messungen als durchweg positiv zu bewerten.

### *Marginales Knocheniveau*

Als Reaktion auf die Periostablösung während des operativen Eingriffs und die anschließende Exposition zur Mundhöhle resultiert in der Einheitszeit ein marginaler Knochenverlust zwischen 0,3 und 1,7 mm. Nach dem Wolffschen Gesetz [69] findet durch die funktionelle Belastung nach prothetischer Versorgung ein Remodellingprozess statt. Dieser kann im 1. Jahr einen weiteren Knochenabbau um 0,1 bis 0,5 mm nach sich ziehen. Danach kann unter physiologischen Verhältnissen mit einem stabilen Knocheniveau gerechnet werden.

In Anbetracht dessen scheint der mittlere marginale Knochenabbau von 1,15 mm ( $\pm 2,16$  mm) nach durchschnittlich 37 Monaten Belastung im augmentierten Spaltbereich als gutes Ergebnis.

Matsui et al. [82] berichten über einen Knochenverlust von 2,62 mm ( $\pm 1,79$  mm) nach 40 Monaten. Den marginalen Knochenabbau betreffend fand er keine signifikanten Unterschiede zwischen Implantationen mit oder ohne simultaner Augmentation. Diese Werte sind vergleichbar mit den in der Literatur beschriebenen Knochenverlusten bei Implantationen im originären Knochen und bei Nichtspaltpatienten.

In einer früheren Arbeit berichten Härtel et al. [53] über größere Knochenverluste, wobei zwischen dem den ehemaligen Spaltbereich überbrückenden Knochentransplantat und mit dem Implantat in Kontakt stehenden Knochen differenziert wurde. Obwohl zwischen 1/4 und 2/3 des Transplantates abgebaut waren, standen 70% der Implantate vollständig im Knochen. Die restlichen 30% waren entweder zervikal nicht von Knochen umgeben oder der apikale Implantatteil lag im residualen Spaltbereich oder im Eingang der Nasenhöhle, wobei diese Lage nicht zwangsläufig Schwierigkeiten für den Patienten oder das Implantat bedeuteten.

### 5.2.3 MLQ und Ästhetik

#### *OHIP*

Die Ergebnisse der Patientenbefragung wurden mit den Normwerten nach John et al. [64] verglichen und interpretiert. Diese Normwerte wurden anhand der Häufigkeitsverteilung des OHIP-Summenwertes für drei unterschiedliche Patientengruppen erstellt. So wiesen 50% der Probanden ohne herausnehmbaren Zahnersatz einen OHIP-G 14-Summenwert von 0 auf. Der entsprechende Wert für herausnehmbaren Zahnersatz lag bei  $\leq 4$  und bei Totalprothesenträgern bei  $\leq 6$ . Insgesamt 90% der Probanden ohne herausnehmbaren Zahnersatz hatten einen OHIP-G 14-Summenwert von  $\leq 11$ .

In der vorliegenden Untersuchung ergab die Auswertung bei 41% der Probanden einen Summenwert von 0. 50% der Patienten hatten einen Summenwert von  $\leq 2$ . Die Ergebnisse der LKG-Patienten sind somit vergleichbar mit denen der Probanden aus der deutschen Allgemeinbevölkerung ohne herausnehmbaren Zahnersatz. Wie bereits erwähnt kann anhand dieser Daten weder eine Unterscheidung nach „krankhaft“ oder „normal“ noch ein Behandlungsbedarf abgeleitet werden. Berücksichtigt man jedoch die mit einer sehr umfangreichen und lange dauernden Therapie einhergehende Diagnose „Lippen-Kiefer-Gaumenspalte“, so müssen die vorliegenden Ergebnisse doch als befriedigend und nicht unbedingt zu erwartend eingeschätzt werden.

Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen die Schlussfolgerungen von Landsberger et al. [73]. Die Autoren fanden heraus, dass die Art des Lückenschlusses bei LKG-Patienten die Zufriedenheit mit dem äußeren Erscheinungsbild beeinflusst. Die höchste Zufriedenheit ergab ein Lückenschluss mit dentalen Implantaten.

## ÄSTHETIK

Das Ziel der Behandlung von LKG-Patienten ist ein gutes Langzeitergebnis unter funktionellen und ästhetischen Gesichtspunkten. Der Behandlungserfolg von LKG-Patienten ist schwer zu messen, da dieser von bestimmten Kriterien abhängt, die für Arzt und Patient von unterschiedlicher Wichtigkeit sein können [73].

Die Beurteilung des ästhetischen Ergebnisses wurde subjektiv mittels Fragebogen und objektiv anhand des Implantat Kronen Ästhetik Index durchgeführt.

Von der Gruppe der Zahnärzte wurde das ästhetische Ergebnis etwas schlechter bewertet als von der Gruppe der Laien und den Patienten. Dies spricht für die hohen ästhetischen Ansprüche der Zahnärzte und zeigt, dass auch kleinere Abweichungen nicht toleriert wurden. So bewerteten 50% der Zahnärzte das Gesamterscheinungsbild von Fall eins mit der Note „befriedigend“ (3) oder „ausreichend“ (4). Da im Fragebogen explizit erwähnt wurde, dass es sich auf den Fotos um die implantatprothetische Versorgung von LKG-Patienten handelt, hätte man auch annehmen können, dass diese therapeutische Herausforderung von professioneller Seite aus Berücksichtigung finden könnte. Ein Vergleich mit der Ausgangssituation hätte die Bewertung der Zahnärzte wohl zum Positiven hin beeinflussen können.

Entgegen dieser Ergebnisse beschreiben Sinko et al. [111] eine von den Patienten signifikant schlechtere Bewertung des ästhetischen Ergebnisses gegenüber der der Experten. Im Fokus der Patientenkritik lag hierbei jedoch nicht die prothetische Versorgung, sondern das ästhetische Ergebnis von Oberlippe und Nase.

Die Kenntnis der präoperativen Verhältnisse könnte die positivere Beurteilung seitens der Patienten erklären. Des Weiteren muss berücksichtigt werden, dass vergrößerte Farbfotos, die minutenlang betrachtet und miteinander verglichen werden, eine mit dem Alltag nicht vergleichbar detaillierte Präsentation darstellen. Die meisten Patienten haben aufgrund eingeschränkter Oberlippenbeweglichkeit eine niedrige Lachlinie. Dadurch treten vernarbte Weichgewebe, fehlende Papillen oder zu lange Kronen nicht zu sehr Erscheinung.

Dass die periimplantäre Mukosa, wie zu erwarten, das größte Problem hinsichtlich des ästhetischen Ergebnisses darstellt, veranschaulichen die Ergebnisse des Implantat Kronen Ästhetik Index. Alle Abweichungen lagen im Bereich der periimplantären Mukosa. Zwei der vier bewerteten Fälle zeigten ein zufriedenstellendes Ergebnis (2 Strafpunkte), ein Fall hatte ein moderates Ergebnis und Fall Nummer drei (Pat.Nr.14) musste als schlecht beurteilt

werden. Eine einzige starke Abweichung wie das Fehlen der Papille kann nach dem Implantat Kronen Ästhetik Index nicht mehr als „moderat“ oder „zufriedenstellend“ eingestuft werden.

Das Weichgewebsmanagement ist nicht nur bei LKG-Patienten eine Herausforderung. So berichten Meijndert et al. [84], dass auch bei Augmentationen von nicht-LKG-Patienten die Beurteilung der periimplantären Weichgewebe schlechter ausfiel als die der implantatgetragenen Kronen.

Der Implantat Kronen Ästhetik Index mit insgesamt neun zu untersuchenden Parametern hinsichtlich anatomischer Form, Farbe und Oberfläche ist ein sehr genaues und strenges Instrument zur Beurteilung des ästhetischen Ergebnisses. Bei der implantatprothetischen Versorgung von LKG-Patienten scheint ein exzellentes Resultat (0 Strafpunkte) kaum erreichbar zu sein. Jedoch muss angemerkt werden, dass der Implantat Kronen Ästhetik Index benachbarte und kontralaterale Zähne und Weichgewebe berücksichtigt und nicht allgemein geltende Regeln hinsichtlich Form und Position der Zähne in den Vordergrund stellt. Die Harmonie mit Nachbarzähnen sollte immer mitberücksichtigt werden, auch wenn große Abweichungen von ästhetischen Grundprinzipien bestehen [46].

### 5.3 Schlussfolgerungen

Die implantatprothetische Rehabilitation von LKG-Patienten mit transgingivalen ITI-Implantaten und einer Belastung nach drei Monaten repräsentiert eine sichere Behandlungsmethode mit hohem Langzeiterfolg. Weder eine konventionelle prothetische Versorgung bei oftmals kariesfreien oder parodontal beeinträchtigten Nachbarzähnen noch eine adhäsiv befestigte Brücke können langfristig als Alternativen gesehen werden. Sowohl aus Sicht der Behandler als auch aus Sicht der Patienten ist diese Therapieform aus funktioneller, ästhetischer und psychologischer Sicht positiv zu bewerten.

Klinische und röntgenologische Parameter sind vergleichbar mit Implantationen in konventionellen Fällen.

Die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität nach Abschluss der implantatprothetischen Versorgung kann mit der von Menschen ohne herausnehmbaren Zahnersatz verglichen werden.

Diese und andere Arbeiten zeigen, dass bei ausreichendem Knochenangebot und dadurch korrekter Implantatpositionierung sehr gute ästhetische Ergebnisse möglich sind. Dennoch sollte im Bereich der periimplantären Weichgewebe ein Verbesserungspotential gesehen werden. Der Umstand und das Ausmaß einer LKG-Spalte stellen dabei jedoch eine besondere Herausforderung an die Behandler.

Der Implantat Kronen Ästhetik Index kann zur Dokumentation des ästhetischen Ergebnisses der implantatprothetischen Versorgung von LKG-Patienten empfohlen werden. Die generelle Anwendung eines Ästhetikindex könnte in Zukunft ein stärkeres Bewusstsein für ästhetische Endergebnisse schaffen und diese miteinander vergleichbar machen.

Da die funktionelle Belastung nach drei Monaten von transgingivalen Implantaten im augmentierten Spaltbereich zum jetzigen Zeitpunkt kein Standardvorgehen ist, müssen weitere Untersuchungen zeigen, inwieweit dieses Therapiekonzept eventuell höhere Verlustraten oder ästhetische Ergebnisse beeinflusst.

## 6 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, die implantatprothetische Rehabilitation von LKG-Patienten mit transgingivalen ITI-Implantaten mit einer dreimonatigen Einheilphase hinsichtlich Funktion, Ästhetik und Patientenzufriedenheit zu untersuchen.

Insgesamt wurden bei 17 Patienten 24 Implantate im Bereich der ehemaligen Spalte inseriert. Diese wurde bei allen Patienten mit einer sekundären Osteoplastik geschlossen. Bei 14 Patienten wurde aufgrund eines insuffizienten Knochenangebotes eine Augmentation im Sinne einer tertiären Osteoplastik durchgeführt. Bei zwei Patienten konnte simultan implantiert werden. Alle Knochendefekte wurden mit autologen Transplantaten vom Beckenkamm oder Kieferwinkel augmentiert. Nach dreimonatiger Einheilphase wurden die Implantate mit verschraubten oder zementierten Suprakonstruktionen prothetisch versorgt.

Die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) wurde mit der Deutschen Kurzversion des Oral Health Impact Profile (OHIP-G 14) gemessen und mit den Normwerten der Deutschen Allgemeinbevölkerung verglichen.

Das ästhetische Ergebnis wurde anhand von Farbfotos von Zahnärzten, zahnmedizinischen Laien und den Patienten selbst bewertet. Als objektives Messinstrument wurde der Implantat Kronen Ästhetik Index verwendet.

Nach einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 40 ( $\pm 22$ ) Monaten ergaben sich folgende Ergebnisse:

23 Implantate (95,8%) befanden sich in situ und unter Belastung. Der röntgenologisch gemessene marginale Knochenabbau betrug  $1,15 \pm 2,16$  mm. Des Weiteren wurden periimplantäre Sondierungstiefen von  $2,56 \pm 0,66$  mm, eine Breite der keratinisierten Mukosa von  $2,71 \pm 1,1$  mm und ein Periotestwert von  $0,18 \pm 6,5$  gemessen. Der Summenwert des OHIP G-14 betrug bei 50% der Patienten  $\leq 2$ .

Es konnte festgestellt werden, dass die implantatprothetische Versorgung von augmentierten LKG-Spalten mit transgingivalen ITI-Implantaten und einer Belastung nach drei Monaten eine sichere Behandlungsmethode mit langfristig hoher Erfolgsrate ist. Aus funktioneller Sicht sind die Ergebnisse vergleichbar mit Patienten ohne Spalte oder Augmentation. Die MLQ von LKG-Patienten nach implantatprothetischer Rehabilitation ist vergleichbar mit Individuen der Allgemeinbevölkerung, die keinen herausnehmbaren Zahnersatz tragen. Aufgrund von Einschränkungen im Bereich der periimplantären Weichgewebe sind die ästhetischen Resultate kompromittiert aber für alle Befragten zufriedenstellend.

Der Implantat Kronen Ästhetik Index kann zur Dokumentation der ästhetischen Ergebnisse der implantologischen Behandlung von LKG-Patienten empfohlen werden.

Das Ziel zukünftiger Konzepte sollte sein, das ästhetische Endresultat der periimplantären Weichgewebe zu verbessern.

Da die funktionelle Belastung von transgingivalen Implantaten im augmentierten Spaltbereich nach drei Monaten zum jetzigen Zeitpunkt kein Standardvorgehen ist, müssen weitere Untersuchungen zeigen, inwieweit dieses Therapiekonzept eventuell höhere Verlustraten oder ästhetische Ergebnisse beeinflusst.

## 7 Summary

This study aimed to evaluate the success of ITI transgingival healing dental implants with three month's loading in cleft sites in function and aesthetics. Furthermore patients' satisfaction after treatment should be assessed.

In 17 bone-grafted cleft patients 24 ITI dental implants were placed, followed-up after 40 months in average ( $\pm 22$  months). The oral-health related quality of life (OHRQoL) was assessed in all patients with the German Oral Health Impact Profile (OHIP-G 14) after implant therapy. Aesthetics were judged on photographs by dental professionals, non-professionals and the patients themselves. The Implant Crown Aesthetic Index served as an objective tool.

Twenty-three implants (95.8%) were loaded and in function. Clinical parameters were: marginal bone loss of  $1.15 \pm 2.16$ mm, periimplant probing depth of  $2.56 \pm 0.66$ mm, width of keratinized mucosa of  $2.71 \pm 1.1$ mm, mucosal recession of  $0.41 \pm 0.8$ mm, Periotest-Value of  $0.18 \pm 6.5$ . OHIP-G 14 summary score of  $\leq 2$ .

The best aesthetic outcome was assessed by the patients themselves. Soft tissues were rated worse than implant-supported crowns.

Implant-borne prosthetic rehabilitation of bone-grafted clefts with transgingival ITI implants with three months loading represents a reliable treatment option with high success rates on the long run. Functional aspects are comparable to non-cleft-patients. OHRQoL of cleft-patients is similar to non-cleft-patients. Due to deviations concerning the soft tissues, aesthetics are restricted but satisfactory for patients and dental professionals. Aesthetics of periimplant soft tissues should be improved in the future.

By now, functional loading of transgingival dental implants placed into the grafted cleft after three months does not represent the standard procedure described in literature. More data and case numbers are needed to clarify whether eventually higher failure rates or unsatisfactory aesthetic results are influenced by this concept.

## 8 Literaturverzeichnis

1. Abrahamsson I, Berglundh, T., Wennstrom, J., Lindhe, J.: The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clinical oral implants research* 1996;7:212-219
2. Åbyholm FE: Secondary bone grafting of alveolar clefts. Berkowitz, S.(ed.): *Cleft lip and palate*. 2006;2nd ed:601-606
3. Al-Nawas B, Weibrich G: Erfolgsaussichten implantologischer Maßnahmen. *Zahnärztliche Mitteilungen* 2001;91:2750-2756
4. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR: The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1986;1:11-25
5. Albrektsson T, Dahl E, Enbom L, Engevall S, Engquist B, Eriksson AR, *et al.*: Osseointegrated oral implants. A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Nobelpharma implants. *Journal of periodontology* 1988;59:287-296
6. Allen PF, McMillan AS, Walshaw D, Locker D: A comparison of the validity of generic- and disease-specific measures in the assessment of oral health-related quality of life. *Community dentistry and oral epidemiology* 1999;27:344-352
7. Anderson JD: The need for criteria on reporting treatment outcomes. *The Journal of prosthetic dentistry* 1998;79:49-55
8. Behneke A: Klinische Bewährung transgingivaler enossaler Implantate in verschiedenen Indikationsklassen. Ergebnisse einer prospektiven Studie über 8 Jahre. *Med. Habil. Mainz* 1999;
9. Behneke A, Behneke N, d'Hoedt B: The longitudinal clinical effectiveness of ITI solid-screw implants in partially edentulous patients: a 5-year follow-up report. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2000;15:633-645
10. Bergland O, Semb G, Abyholm FE: Elimination of the residual alveolar cleft by secondary bone grafting and subsequent orthodontic treatment. *The Cleft palate journal* 1986;23:175-205
11. Block MS, Kent JN, Finger IM: Use of the integral implant for overdenture stabilization. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1990;5:140-147
12. Bohn A: Anomalies of the lateral incisor in cases of harelip and cleft palate. *Acta odontologica Scandinavica* 1950;9:41-59
13. Borchers: *Grundlagen und Verarbeitung*. 2005;
14. Bothe RT, Beaton LE, Davenport HA: Reaction of bone to multiple metallic implants. *Surg Gynecol Obstet* 1940;71:598-602
15. Boyne PJ, Sands NR: Secondary bone grafting of residual alveolar and palatal clefts. *J Oral Surg* 1972;30:87-92
16. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A: Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery* 1969;3:81-100
17. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, *et al.*: Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 1977;16:1-132

18. Broder HL, Slade G, Caine R, Reisine S: Perceived impact of oral health conditions among minority adolescents. *Journal of public health dentistry* 2000;60:189-192
19. Buch: Erfolgskriterien in der Implantologie. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2003;7:42-46
20. Buser D, Weber HP, Lang NP: Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clinical oral implants research* 1990;1:33-40
21. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H: Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res* 1991;25:889-902
22. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, *et al.*: Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part I: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clinical oral implants research* 1997;8:161-172
23. Buser D, Dula K, Hess D, Hirt HP, Belser UC: Localized ridge augmentation with autografts and barrier membranes. *Periodontology* 2000 1999;19:151-163
24. Buser D, Mericske-Stern R, Dula K, Lang NP: Clinical experience with one-stage, non-submerged dental implants. *Advances in dental research* 1999;13:153-161
25. Buser D, Nydegger T, Oxland T, Cochran DL, Schenk RK, Hirt HP, *et al.*: Interface shear strength of titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a biomechanical study in the maxilla of miniature pigs. *J Biomed Mater Res* 1999;45:75-83
26. Buser D, von Arx T: Surgical procedures in partially edentulous patients with ITI implants. *Clinical oral implants research* 2000;11 Suppl 1:83-100
27. Buser D, Broggini N, Wieland M, Schenk RK, Denzer AJ, Cochran DL, *et al.*: Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface. *Journal of dental research* 2004;83:529-533
28. Caulier H, Naert I, Kalk W, Jansen JA: The relationship of some histologic parameters, radiographic evaluations, and Periotest measurements of oral implants: an experimental animal study. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1997;12:380-386
29. Ciapasco M: Discussion on Takahashi *et al.* Use of endosseous dental implants for dental reconstruction of patients with grafted alveolar clefts. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55:
30. Cochran DL, Schenk RK, Lussi A, Higginbottom FL, Buser D: 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* 1998;40:1-11
31. Cohen M, Figueroa AA, Aduss H: The role of gingival mucoperiosteal flaps in the repair of alveolar clefts. *Plastic and reconstructive surgery* 1989;83:812-819
32. Cooper LF, Masuda T, Yliheikkilä PK, Felton DA: Generalizations regarding the process and phenomenon of osseointegration. Part II. *In vitro* studies. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1998;13:163-174
33. Creugers NH, Kreulen CM, Snoek PA, de Kanter RJ: A systematic review of single-tooth restorations supported by implants. *Journal of dentistry* 2000;28:209-217
34. Cune MS, Meijer GJ, Koole R: Anterior tooth replacement with implants in grafted alveolar cleft sites: a case series. *Clinical oral implants research* 2004;15:616-624
35. d'Hoedt B, Lukas D, Muhlbradt L, Scholz F, Schulte W, Quante F, *et al.*: [Periotest methods--development and clinical trial]. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 1985;40:113-125
36. Dahlin C, Andersson L, Linde A: Bone augmentation at fenestrated implants by an osteopromotive membrane technique. A controlled clinical study. *Clinical oral implants research* 1991;2:159-165

37. Davies JE: In vitro modeling of the bone/implant interface. *The Anatomical record* 1996;245:426-445
38. Dempf R, Teltzrow T, Kramer FJ, Hausamen JE: Alveolar bone grafting in patients with complete clefts: a comparative study between secondary and tertiary bone grafting. *Cleft Palate Craniofac J* 2002;39:18-25
39. Deppe H, Herzog M, Zeilhofer F, Sader R: Die mukogingivale Chirurgie bei der kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Behandlung von Spaltpatienten. *Dentale Implantologie* 1997;1:24-27
40. Deppe H, Zeilhofer F, Sader R, Horch HH: Einzelzahnimplantate und Periimplantitisprophylaxe bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. *Dentale Implantologie* 1997;1:84-87
41. Deppe H, Horch HH, Kolk A: Microstructured dental implants and palatal mucosal grafts in cleft patients: a retrospective analysis. *J Craniomaxillofac Surg* 2004;32:211-215
42. Dietrich: Statistische Prognose zur Implantatprognose am Beispiel von 2017 IMZ-Implantaten unterschiedlicher Indikation der letzten 13 Jahre. *Z Zahnärztl Implantol* 9, 9-18 1993;
43. Epstein LI, Davis WB, Thompson LW: Delayed bone grafting in cleft palate patients. *Plastic and reconstructive surgery* 1970;46:363-367
44. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P: Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *European journal of oral sciences* 1998;106:527-551
45. Fogh-Andersen P: Ätiologie und Epidemiologie der Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten. Pfeifer, G. (Hrsg.): *Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten* 1982;13
46. Furhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G: Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clinical oral implants research* 2005;16:639-644
47. Garber DA, Belser UC: Restoration-driven implant placement with restoration-generated site development. *Compend Contin Educ Dent* 1995;16:796, 798-802, 804
48. Gordh M, Alberius P: Some basic factors essential to autogeneic nonvascularized onlay bone grafting to the craniofacial skeleton. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery and hand surgery / Nordisk plastikkirurgisk forening [and] Nordisk klubb for handkirurgi* 1999;33:129-146
49. Gotfredsen K, Rostrup, E., Hjorting-Hansen, E., Stoltze, K., Budtz-Jorgensen, E.: Histological and histomorphometrical evaluation of tissue reactions adjacent to endosteal implants in monkeys. *Clinical oral implants research* 1991;2:30-37
50. Groessner-Schreiber B, Tuan RS: Enhanced extracellular matrix production and mineralization by osteoblasts cultured on titanium surfaces in vitro. *Journal of cell science* 1992;101 ( Pt 1):209-217
51. Hall HD, Posnick JC: Early results of secondary bone grafts in 106 alveolar clefts. *J Oral Maxillofac Surg* 1983;41:289-294
52. Hamada Y, Kondoh T, Noguchi K, Iino M, Isono H, Ishii H, *et al.*: Application of limited cone beam computed tomography to clinical assessment of alveolar bone grafting: a preliminary report. *Cleft Palate Craniofac J* 2005;42:128-137
53. Hartel J, Pogl C, Henkel KO, Gundlach KK: Dental implants in alveolar cleft patients: a retrospective study. *J Craniomaxillofac Surg* 1999;27:354-357
54. Heidemann DH: *Praxis der Zahnheilkunde. Band 4: Parodontologie.* München, Elsevier Urban&Fischer Verlag 2005
55. Hemprich A: Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten - ein interdisziplinäres Behandlungskonzept. *Zahnärztliche Mitteilungen* zm 2009;99:1362-1366

- 
56. Henkel KO, Ma L, Lenz JH, Jonas L, Gundlach KK: Closure of vertical alveolar bone defects with guided horizontal distraction osteogenesis: an experimental study in pigs and first clinical results. *J Craniomaxillofac Surg* 2001;29:249-253
  57. Heydecke G, Locker D, Awad MA, Lund JP, Feine JS: Oral and general health-related quality of life with conventional and implant dentures. *Community dentistry and oral epidemiology* 2003;31:161-168
  58. Hoedt: Zur Definition des Erfolges bei dentalen Implantaten. Ein Vergleich verschiedener Kriterien. *Z Zahnärztl Implantol* 8, 221-226 1992;
  59. Hunter: Metallic Titanium. *J Am Chem Soc* 1910;32:330-336
  60. Jansma J, Raghoobar GM, Batenburg RH, Stellingsma C, van Oort RP: Bone grafting of cleft lip and palate patients for placement of endosseous implants. *Cleft Palate Craniofac J* 1999;36:67-72
  61. Jemt T: Restoring the gingival contour by means of provisional resin crowns after single-implant treatment. *The International journal of periodontics & restorative dentistry* 1999;19:20-29
  62. Jensen OT, Cockrell R, Kuhike L, Reed C: Anterior maxillary alveolar distraction osteogenesis: a prospective 5-year clinical study. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2002;17:52-68
  63. John MT, LeResche L, Koepsell TD, Hujoel P, Miglioretti DL, Micheelis W: Oral health-related quality of life in Germany. *European journal of oral sciences* 2003;111:483-491
  64. John MT, Micheelis W, Biffar R: [Reference values in oral health-related quality of life for the abbreviated version of the Oral Health Impact Profile]. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia / SSO* 2004;114:784-791
  65. Kearns G, Perrott DH, Sharma A, Kaban LB, Vargervik K: Placement of endosseous implants in grafted alveolar clefts. *Cleft Palate Craniofac J* 1997;34:520-525
  66. Keller EE, Van Roekel NB, Desjardins RP, Tolman DE: Prosthetic-surgical reconstruction of the severely resorbed maxilla with iliac bone grafting and tissue-integrated prostheses. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1987;2:155-165
  67. Kieswetter K, Schwartz, Z., Dean, D.D., Boyan, B.D.: The role of implant surface characteristics in the healing of bone. *Crit Rev Oral Biol Med* 1996;7:329-345
  68. Kieswetter K, Schwartz, Z., Hummert, T.W., Cochran, D.L., Simpson, J., Dean, D.D., Boyan BD: Surface roughness modulates the local production of growth factors and cytokines by osteoblast-like MG-63 cells. *J Biomed Mater Res* 1996;32:55-63
  69. Koeck B, Wagner WH: *Praxis der Zahnheilkunde. Band 13: Implantologie.* München, Elsevier Urban&Fischer Verlag 2004
  70. Kramer FJ, Baethge C, Swennen G, Bremer B, Schwestka-Polly R, Dempf R: Dental implants in patients with orofacial clefts: a long-term follow-up study. *International journal of oral and maxillofacial surgery* 2005;34:715-721
  71. Kriens O: *LASHAL. A concise documentation system for cleft lip, alveolus and palate diagnoses.* Stuttgart-New York, Thieme 1989
  72. Landes CA: Implant-borne prosthetic rehabilitation of bone-grafted cleft versus traumatic anterior maxillary defects. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:297-307
  73. Landsberger P, Proff P, Dietze S, Hoffmann A, Kaduk W, Meyer FU, *et al.*: Evaluation of patient satisfaction after therapy of unilateral clefts of lip, alveolus and palate. *J Craniomaxillofac Surg* 2006;34 Suppl 2:31-33

74. Lekholm U, Adell R, Lindhe J, Branemark PI, Eriksson B, Rockler B, *et al.*: Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures. (II) A cross-sectional retrospective study. *International journal of oral and maxillofacial surgery* 1986;15:53-61
75. Leventhal: Titanium, a metal for surgery. *J Bone Joint Surg Am* 33, 473-474 1951;
76. Loe H, Silness J: Periodontal Disease in Pregnancy. I. Prevalence and Severity. *Acta odontologica Scandinavica* 1963;21:533-551
77. Marks RG, Magnusson I, Taylor M, Clouser B, Maruniak J, Clark WB: Evaluation of reliability and reproducibility of dental indices. *Journal of clinical periodontology* 1993;20:54-58
78. Martin JY SZ, Hummert TW, Schraub DM, Simpson JP, Lankford, J Jr. DD, Cochran DL, Boyan BD: Effect of surface roughness on proliferation, differentiation, and protein synthesis of human osteoblast-like cells(MG63). *Journal of Biomedical Materials Research* 1995;29:
79. Marx RE: Clinical application of bone biology to mandibular and maxillary reconstruction. *Clinics in plastic surgery* 1994;21:377-392
80. Marx RE, Garg AK: Bone structure, metabolism, and physiology: its impact on dental implantology. *Implant dentistry* 1998;7:267-276
81. Marxkors R, Meiners H: Taschenbuch der zahnärztlichen Werkstoffkunde. Köln, Dt. Zahnärzte-Verl. DÄV 2005
82. Matsui Y, Ohno K, Nishimura A, Shiota T, Kim S, Miyashita H: Long-term study of dental implants placed into alveolar cleft sites. *Cleft Palate Craniofac J* 2007;44:444-447
83. Meijer HJ, Stellingsma K, Meijndert L, Raghoebar GM: A new index for rating aesthetics of implant-supported single crowns and adjacent soft tissues--the Implant Crown Aesthetic Index. *Clinical oral implants research* 2005;16:645-649
84. Meijndert L, Meijer HJ, Stellingsma K, Stegenga B, Raghoebar GM: Evaluation of aesthetics of implant-supported single-tooth replacements using different bone augmentation procedures: a prospective randomized clinical study. *Clinical oral implants research* 2007;18:715-719
85. Misch CM, Misch CE, Resnik RR, Ismail YH: Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants: a preliminary procedural report. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1992;7:360-366
86. Misch CM, Misch CE: The repair of localized severe ridge defects for implant placement using mandibular bone grafts. *Implant dentistry* 1995;4:261-267
87. Misch CM: Use of the mandibular ramus as a donor site for onlay bone grafting. *The Journal of oral implantology* 2000;26:42-49
88. Mombelli A, van Oosten MA, Schurch E, Jr., Land NP: The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral microbiology and immunology* 1987;2:145-151
89. Mombelli A, Lang NP: The diagnosis and treatment of peri-implantitis. *Periodontology* 2000 1998;17:63-76
90. Naert I, Quirynen M, van Steenberghe D, Darius P: A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism. *The Journal of prosthetic dentistry* 1992;67:236-245
91. Norton MR, Gamble C: Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. *Clinical oral implants research* 2001;12:79-84
92. O'Leary TJ, Drake, R.B., Naylor, J.E.: The plaque control records. *Journal of periodontology* 1972;43:38-39

- 
93. Oesterle LJ, Cronin RJ, Jr., Ranly DM: Maxillary implants and the growing patient. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1993;8:377-387
  94. Oikarinen KS, Sandor GK, Kainulainen VT, Salonen-Kemppi M: Augmentation of the narrow traumatized anterior alveolar ridge to facilitate dental implant placement. *Dent Traumatol* 2003;19:19-29
  95. Olin W: Dental anomalies in cleft and palate patients. *Angle Orthod* 1964;34:119-123
  96. Ong JL, Carnes DL, Cardenas HL, Cavin R: Surface roughness of titanium on bone morphogenetic protein-2 treated osteoblast cells in vitro. *Implant dentistry* 1997;6:19-24
  97. Perrott D: Endosseous implants for pediatric patients: Unknown factors, indications, contraindications and special considerations. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 1994;6:
  98. Pinholt EM: Branemark and ITI dental implants in the human bone-grafted maxilla: a comparative evaluation. *Clinical oral implants research* 2003;14:584-592
  99. Pontoriero R, Tonelli MP, Carnevale G, Mombelli A, Nyman SR, Lang NP: Experimentally induced peri-implant mucositis. A clinical study in humans. *Clinical oral implants research* 1994;5:254-259
  100. Ranta R: A review of tooth formation in children with cleft lip/palate. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986;90:11-18
  101. Richter: Langzeitergebnisse von IMZ- und TPS-Implantaten im interforaminalen Bereich des zahnlosen Unterkiefers. *Dtsch Zahnärztl Z* 47, 449-454 1992;
  102. Rominger JW, Triplett RG: The use of guided tissue regeneration to improve implant osseointegration. *J Oral Maxillofac Surg* 1994;52:106-112; discussion 112-103
  103. Ronchi P, Chiapasco M, Frattini D: Endosseous implants for prosthetic rehabilitation in bone grafted alveolar clefts. *J Craniomaxillofac Surg* 1995;23:382-386
  104. Schnitman P-S: Dental Implants. Benefit and risk. *Proceedings of an NIH Harvard Consensus Development Conference* 1978. 1980;
  105. Schroeder A, Stich H, Straumann F, Sutter F: [The accumulation of osteocementum around a dental implant under physical loading]. *Schweizerische Monatsschrift fur Zahnheilkunde = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie / SSO* 1978;88:1051-1058
  106. Schroeder A: [Coated hollow cylinder implants: previous experimental and clinical observations (personal report)]. *Schweizerische Monatsschrift fur Zahnheilkunde = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie / SSO* 1979;89:1136-1137
  107. Schroeder A, Pohler, O., Sutter, F.: Tissue reaction to an implant of a titanium hollow cylinder with a titanium surface spray layer. *Schweizerische Monatsschrift fur Zahnheilkunde = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie / SSO* 1976;86:713-727
  108. Schulte W, d'Hoedt B, Lukas D, Muhlbradt L, Scholz F, Bretsch J, *et al.*: [Periotest--a new measurement process for periodontal function]. *Zahnarztliche Mitteilungen* 1983;73:1229-1230, 1233-1226, 1239-1240
  109. Schulte W: [The Periotest--periodontal status]. *Zahnarztliche Mitteilungen* 1986;76:1409-1410, 1412-1404
  110. Schwenzer N, Ehrenfeld M: [Bone repair and secondary implant management of the maxillary cleft]. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichts-Chirurgie* 1993;38:110-112
  111. Sinko K, Jagsch R, Precht V, Watzinger F, Hollmann K, Baumann A: Evaluation of esthetic, functional, and quality-of-life outcome in adult cleft lip and palate patients. *Cleft Palate Craniofac J* 2005;42:355-361

112. Slade GD, Spencer AJ: Development and evaluation of the Oral Health Impact Profile. Community dental health 1994;11:3-11
113. Slade GD: Derivation and validation of a short-form oral health impact profile. Community dentistry and oral epidemiology 1997;25:284-290
114. Snauwaert K, Duyck J, van Steenberghe D, Quirynen M, Naert I: Time dependent failure rate and marginal bone loss of implant supported prostheses: a 15-year follow-up study. Clinical oral investigations 2000;4:13-20
115. Strub JR: Implantologie Trends 2000 "Kürzere Einheilzeiten - höhere Erfolgsquote - schnellere Knochenregeneration!" BDIZ konkret 1998;
116. Takahashi T, Fukuda M, Yamaguchi T, Kochi S: Use of endosseous implants for dental reconstruction of patients with grafted alveolar clefts. J Oral Maxillofac Surg 1997;55:576-583; discussion 584
117. ten Bruggenkate CM, Kraaijenhagen HA, van der Kwast WA, Krekeler G, Oosterbeek HS: Autogenous maxillary bone grafts in conjunction with placement of I.T.I. endosseous implants. A preliminary report. International journal of oral and maxillofacial surgery 1992;21:81-84
118. Thilander B, Odman J, Grondahl K, Lekholm U: Aspects on osseointegrated implants inserted in growing jaws. A biometric and radiographic study in the young pig. European journal of orthodontics 1992;14:99-109
119. Turvey TA, Vig K, Moriarty J, Hoke J: Delayed bone grafting in the cleft maxilla and palate: a retrospective multidisciplinary analysis. American journal of orthodontics 1984;86:244-256
120. Verdi FJ, Jr., GL SL, Cohen SR, Powell R: Use of the Branemark implant in the cleft palate patient. Cleft Palate Craniofac J 1991;28:301-303; discussion 304
121. von Recum AF, van Kooten TG: The influence of micro-topography on cellular response and the implications for silicone implants. Journal of biomaterials science 1995;7:181-198
122. Wennstrom JL, Bengazi F, Lekholm U: The influence of the masticatory mucosa on the peri-implant soft tissue condition. Clinical oral implants research 1994;5:1-8
123. Wong M, Eulenberger J, Schenk R, Hunziker E: Effect of surface topology on the osseointegration of implant materials in trabecular bone. J Biomed Mater Res 1995;29:1567-1575
124. Zarone F, Sorrentino R, Vaccaro F, Russo S: Prosthetic treatment of maxillary lateral incisor agenesis with osseointegrated implants: a 24-39-month prospective clinical study. Clinical oral implants research 2006;17:94-101
125. Zichton H, Machtei E: The dimensions of keratinized mucosa around implanta affect clinical and immunological parameters. Clin Oral Res 2008;19:387-392
126. Zitzmann NU, Schärer P, Marinello CP: Long-term results of implants treated with guided bone regeneration: a 5-year prospective study. The International journal of oral & maxillofacial implants 2001;16:355-366

## 9 Anhang

### Fragebogen zur Beurteilung des ästhetischen Ergebnisses

Anhand dieses Fragebogens soll das ästhetische Ergebnis der implantatprothetischen Versorgung von Lippen-Kiefer-Gaumenspaltpatienten bewertet werden.

Nachfolgend werden Sie gebeten, die vorliegenden Fotos hinsichtlich der roten Ästhetik (Zahnfleisch), der weißen Ästhetik (Zähne) und des Gesamterscheinungsbildes zu benoten.

Die Beurteilung erfolgt im Schulnoten-System, wobei

- 1 „sehr gut“
- 2 „gut“
- 3 „befriedigend“
- 4 „ausreichend“
- 5 „mangelhaft“ und
- 6 „ungenügend“ entspricht.

Sie sind...

- Zahnarzt
- zahnmedizinischer Laie

In diese Tabelle tragen Sie bitte die entsprechenden Noten ein:

Fall	Rote Ästhetik	Weißer Ästhetik	Gesamterscheinungsbild
1			
2			
3			
4			

Fall 1



Fall 2:



Fall 3:



Fall 4:



## 10 Schriftliche Erklärung

Ich erkläre, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel

**"Implantatprothetische Versorgung von Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalt-  
Patienten mit ITI-Implantaten"**

in der Klinik für Mund-, Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main,

unter Betreuung und Anleitung von:

PD Dr. med. Dr. med. dent. Constantin Landes

ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Darüber hinaus versichere ich, nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

Frankfurt am Main, den 27. Mai 2010

## **11 Danksagungen**

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Robert Sader für die freundliche Überlassung des Themas.

Herrn PD Dr. med. Dr. med. dent. Constantin Landes für die Betreuung, Beratung und Unterstützung bei der klinischen Untersuchung der Patienten und bei der Dissertation.

Herrn Prof. Dr. med. dent. Stefan Kopp für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Herrn Dr. med. dent. Jens Holländer für seine Unterstützung bei Literatur, Grafik und Layout sowie seine unermüdliche moralische Hilfe.

Frau Katharina Laudemann für ihre Hilfe bezüglich Grammatik und Orthographie.

Frau Sonja Sawahn für Verständnis und Unterstützung.

Meinen Eltern für Verständnis und Motivation während der gesamten Arbeit.

## 12 Lebenslauf

### Persönliches

Vorname: Lukas  
Name: Bündgen

Geburtsort: Freiburg

Familienstand: ledig

Staatsangehörigkeit: Deutsch

Anschrift: Habsburgerallee 65, 60385 Frankfurt am Main

### Schulbildung

1985 bis 1989: Grundschule Buchenbach

1989 bis 1998: Marie Curie Gymnasium Kirchzarten

Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife im Juni 1998

### Ersatzdienst

1998 bis 1999: Zivildienst im Universitätsklinikum Freiburg

### Studium

1999 bis 2000: Studium der Mineralogie in Köln

2000 bis 2007: Studium der Zahnmedizin

Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main

Staatsexamen im Juni 2007

### Beruf

2007 bis 2008: Vorbereitungsassistent in der väterlichen Praxis Dr. Heribert Bündgen in  
Freiburg

2008 bis 2009: Vorbereitungsassistent bei Dr. Dr. Lutz Aderhold in Frankfurt-Höchst

seit 2009: Weiterbildungsassistent für Oralchirurgie in der Praxis Dr. Dr. Aderhold

Frankfurt am Main, den 27. Mai 2010