

Aus Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
der Medizinischen Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Retrospektive Studie zum klinischen Erfolg zweier  
provisorischer Implantatsysteme

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Nadine Hotz

aus Freiburg im Breisgau

Gutachter: 1. Priv.-Doz. Dr. K. Nelson  
2. Prof. Dr. Dr. B. Hell  
3. Prof. Dr. Dr. R. Schmelzeisen

Datum der Promotion: 04.02.2011

## Inhaltsangabe

1. Einleitung
  - 1.1 Bedeutung der oralen Implantologie
  - 1.2 Definition des Begriffs Implantologie
  - 1.3 Geschichtliche Entwicklung und Grundlagen
  - 1.4 Indikationsklassen zur Implantatversorgung
  - 1.5 Atrophiegrade
    - 1.5.1 Einteilung der Resorptionsgrade
  - 1.6 Einteilung der Knochenqualität
  - 1.7 Die Phase der Osseointegration
  - 1.8 Provisorische prothetische Versorgung
  - 1.9 Provisorische Implantate
    - 1.9.1 Provisorische Implantatsysteme
      - 1.9.1.1 IPI (Immediate Provisional Implant System)
      - 1.9.1.2 I-Plant
2. Fragestellung
3. Material und Methode
  - 3.1 Patienten
  - 3.2 Patientenbefundung und praeoperative Maßnahmen
  - 3.3 Chirurgisches Vorgehen und chirurgische Parameter
  - 3.4 Prothetische Sofortversorgung
  - 3.5 Postoperative Kontrollen
  - 3.6 Auswertungsprotokoll
  - 3.7 Statistik
4. Ergebnisse
  - 4.1 Patientenanamnese und klinische Evaluation
    - 4.1.1 Patientenanamnese
    - 4.1.2 Befund im zu implantierenden Kiefer vor Behandlungsbeginn
    - 4.1.3 Bezahnung im Gegenkiefer
    - 4.1.4 Atrophiegrade im zu implantierenden Kiefer und deren Einteilung
    - 4.1.5 Knochenquantität
    - 4.1.6 Knochenqualität
  - 4.2 Ergebnisse des operativen Vorgehens

- 4.2.1 Augmentationen
- 4.2.2 Implantationen
- 4.2.3 Dokumentation der Insertionsregion
- 4.2.4 Primärstabilität der provisorischen Implantate
- 4.3 Provisorischer Zahnersatz
- 4.4 Vorzeitige Verluste der provisorischen Implantate
  - 4.4.1 Verluste in Bezug zum Geschlecht
  - 4.4.2 Verluste in Bezug zur Gegenbeziehung
  - 4.4.3 Verluste in Bezug zur Knochenqualität
  - 4.4.4 Verluste in Bezug zum Implantatsystem
  - 4.4.5 Verluste in Bezug zur Insertionsregion
  - 4.4.6 Verluste in Bezug zur Primärstabilität
  - 4.4.7 Bezug der provisorischen prothetischen Versorgung zu Verlusten provisorischer Implantate
- 4.5 Verweildauer der provisorischen Implantate
- 5. Diskussion
- 6. Zusammenfassung
- 7. Literaturverzeichnis
- 8. Danksagung
- Eigenständigkeitserklärung
- Lebenslauf

## 1. Einleitung

### 1.1 Bedeutung der oralen Implantologie

Die orale Implantologie bezeichnet den funktionellen Ersatz eines oder mehrerer fehlender Zähne durch Einbringen eines die Zahnwurzel ersetzenden Implantatkörpers aus Titan oder anderen Materialien. Sie beschäftigt sich damit, zahnlosen oder nur noch geringfügig bezahnten Patienten Komfort und Lebensqualität zu bieten (BRÅNEMARK ET AL. 1969, LEDERMANN 1984).

Bis zum Zeitalter der Implantologie wurden zahnlose Patienten mit einer Totalprothese versorgt.

Vielen Patienten bereitet es Probleme, einen Fremdkörper in Form einer Totalprothese im Mund zu tragen. Eine totale Prothese kann außerdem eine eingeschränkte Kaufunktion zur Folge haben (ADELL 1985, CHEE/ JIVRAJ 2003, MARZOLA ET AL. 2007, DIERENS ET AL. 2009).

Weitere Probleme bei Totalprothesenträgern können verminderter Speichelfluss und damit assoziierte Komplikationen wie Prothesenstomatitis sein (NIEDERMEIER ET AL. 2000, HOFMANN/ LUDWIG 1973). Bei Versorgung mit einer Totalprothese kann der Knochenabbau nach Zahnverlust nicht verhindert werden (HOFMANN/ LUDWIG 1973, MERICSKE-STERN 1998).

In einer Studie von Hedegard wird bei der Kombination einer Prothese mit Restzähnen eine Verminderung in der Höhe des Alveolarknochens beschrieben (HEDEGARD 1973).

Knochenresorption findet überall dort statt, wo Knochen nicht durch physiologische Druck- oder Zugkräfte beansprucht wird. Der Vorgang wird als Inaktivitätshypotrophie bezeichnet und stellt beim zahnlosen Kiefer oder Kieferabschnitt ein Problem dar (BRÅNEMARK ET AL. 1969, MERICSKE- STERN 1998).

Der Einsatz von dentalen Implantaten eröffnete erstmals eine Möglichkeit, den Halt einer Totalprothese und damit deren Funktion zu verbessern, sowie den Knochenabbau zahnloser Kiefer oder Kieferabschnitte zu reduzieren (BRÅNEMARK ET AL. 1969, MERICSKE- STERN 1998).

## 1.2 Definition des Begriffs Implantologie

Unter Implantologie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde wird das Einbringen von alloplastischem oder xenogenem Material verstanden, um die Voraussetzungen für eine prothetische Versorgung zu schaffen (KOECK/WAGNER 2005).

## 1.3 Geschichtliche Entwicklung und Grundlagen

Von den ersten Versuchen von enossalen Implantationen berichten Brinkmann und Brinkmann in „Geschichte der zahnärztlichen Implantologie in Deutschland“. Darin wurde der Versuch Maggiolos im Jahre 1809 dargestellt, in welchem in eine leere Alveole ein konisches Goldröhrchen versenkt wurde, das apikal durch eine federnde Kralle fixiert wurde und einen Stifzahn aufnehmen sollte. Younger hingegen soll als Erster im Jahre 1886 eine künstliche Alveole (Implantatbett) angelegt haben, sowie direkt nach Extraktion die leere Alveole für eine Re- oder Implantation vorbereitet haben. Die Aufbereitung des Implantatbettes soll somit entstanden sein (BRINKMANN/ BRINKMANN 1995).

Weitere Versuche mit verschiedenen Implantatmaterialien folgten. Greenfield soll im Jahre 1913 vor der Academy of Stomatology in Philadelphia, USA, über ein käfigförmiges Implantat aus Platin-Iridium berichtet haben, welches er durch spätere Versorgung mit einer Krone mit schwalbenschwanzartigem Verschluss belastet haben soll. Die ersten Versuche in der Geschichte der Implantologie waren nicht von Erfolg gekrönt, sodass die Idee der künstlichen Zahnwurzel vorerst nicht weiterverfolgt wurde (BRINKMANN/ BRINKMANN 1995).

Nach den Misserfolgen dieser Zeit rückte die zahnärztliche Implantologie erst in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts wieder in den Vordergrund. Eine praxismäßige Anwendung der diskutierten Verfahren fand jedoch nicht statt (BRINKMANN/ BRINKMANN 1995).

Strock soll im Jahre 1938 den Durchbruch in der wissenschaftlichen Akzeptanz der Implantologie erzielt haben. Er soll nicht nur das Design der Implantatkörper verändert und ihnen eine holzschraubenähnliche Gewindeform gegeben haben, sondern erstmals eine Chrom-Kobalt-Molybdän Legierung (Vitallium) verwendet haben. Später soll er die Implantatform verändert haben und die Gewindegänge dahingehend vertieft haben, dass die Implantatform immer mehr der natürlichen

Zahnform angeglichen wurde. Dies war der Beginn der modernen zahnärztlichen Implantologie und somit der Erforschung der Integration alloplastischer Materialien in vitales Gewebe (BRINKMANN/ BRINKMANN 1995, KOECK/ WAGNER 2005).

Formiggini soll im Jahre 1946 die Idee von Strock wieder aufgegriffen haben und die nach ihm benannte spiralförmige Schraube entwickelt haben. Er soll als erster nach 12jähriger Verweildauer eine Knochenapposition beschrieben haben und nannte dies „biodynamisches Gleichgewicht“. Scialom soll 1962 nadelförmige Implantate empfohlen haben, sogenannte Nadelimplantate aus Tantal (BRINKMANN/ BRINKMANN 1995).

Zwischen 1970 und 1980 erfuhr die Implantologie einen weiteren Entwicklungsschub (KOECK/ WAGNER 2005). Zu dieser Zeit kam zum ersten Mal der heute hauptsächlich verwendete Werkstoff Titan zur Anwendung und zeigte eine deutlich verbesserte Einheilung. Zwischen 1970 und 1980 erfuhr die Implantologie einen weiteren Entwicklungsschub. Diese spezielle Art der Einheilung führten Brånemark et al. im Jahre 1969 zu der Begriffsbildung „Osseointegration“, da ein funktioneller Verbund zwischen Implantatoberfläche und vitalem Knochengewebe entsteht (BRÅNEMARK ET AL. 1969).

Nach Untersuchungen etlicher Forschungsgruppen in der Zeit von 1954 bis 1969, die sich mit alloplastischen Materialien wie Chrom-Kobalt-Molybdän Legierungen (Vitallium), Platin-Kobalt Legierungen oder Kunststoffen beschäftigten, bewiesen Brånemark et al. mit ihren experimentellen Studien, dass der Werkstoff Titan sich gegenüber Hart- und Weichgeweben praktisch völlig inert verhält und den übrigen Werkstoffen überlegen zu sein scheint (BRÅNEMARK ET AL. 1977). Mit REM Bildern demonstrierte die Forschungsgruppe, dass sich eine neu gebildete Knochenschicht dem Implantatkörper anlagert (BRÅNEMARK ET AL. 1977). Brånemark et al. definierten diese Verbindung als „direkten Kontakt zwischen vitalem Knochen und der Oberfläche eines Metalls ohne bindegewebige Trennschicht“ (BRÅNEMARK ET AL. 1977). Die Einheilungsphase ist begleitet von völliger Abwesenheit unerwünschter Weichgewebsbildung wie Granulationsgewebe oder Epithelproliferation zwischen Implantatkörper und Knochen (BRÅNEMARK ET AL. 1977). Die Belastungsmöglichkeit nach der Einheilungsphase von drei bis sechs Monaten wird als praktisch unbegrenzt angegeben (BRÅNEMARK ET AL. 1977). Brånemarks Untersuchungen stellen somit einen Meilenstein in der Implantologie dar und bis heute haben sich die Eigenschaften des Titans als Implantatwerkstoff nicht

durch ein anderes alloplastisches Material ersetzen lassen. Diese Tatsache wurde durch die Ergebnisse von Langzeitstudien belegt (LEDERMANN 1984, SPIEKERMANN ET AL. 1995). Seit Jahrzehnten zählt die Versorgung mit dentalen enossalen Implantaten zu den Behandlungsmethoden mit vorhersagbaren Ergebnissen (ALBREKTSSON ET AL. 1986, ESPOSITO ET AL. 2007).

Implantatversorgungen können zu einem hohen Prozentsatz klinisch erfolgreich sein (BRÅNEMARK ET AL. 1977, KOECK/ WAGNER 2005). Zusätzlich können Behandlungsmaßnahmen an Nachbarstrukturen (zum Beispiel Nachbarzähnen) sowie das Tragen einer Totalprothese vermieden werden (BRÅNEMARK ET AL. 1977, LEDERMANN 1984, DGZMK/ DGI 2005).

#### 1.4 Indikationsklassen zur Implantatversorgung

Auf der Konsensuskonferenz vom 5. Juni 2002 wurden erstmals die von dem Gründungsvorsitzenden des BDIZ, Prof. h. c. Dr. Egon Brinkmann, im Jahre 1973 aufgestellten und vom Gutachterausschuss des BDIZ im Jahre 1994 fortgeschriebenen Indikationsklassen neu beschrieben und in eine Präambel aufgenommen ([HTTP://WWW.KONSENSUSKONFERENZ.DE](http://www.konsensuskonferenz.de)): Dabei ist der 8. Zahn eines Quadranten (Weisheitszahn) in der Regel nicht zu ersetzen und die Notwendigkeit des Ersatzes des zweiten Molaren individuell kritisch zu würdigen. Da dieses Optimum insbesondere aus anatomischen und wirtschaftlichen Gründen nicht immer erreicht werden kann, sind die nachfolgenden Regelfallversorgungen aufgestellt worden. Die Regelversorgung sieht folgende Indikationsklassen vor ([HTTP://WWW.KONSENSUSKONFERENZ.DE](http://www.konsensuskonferenz.de)).

<b>Indikationsklasse</b>	<b>Zahnbefund</b>
Klasse I	Einzelzahnersatz
Klasse II	Reduzierter Restzahnbestand
Klasse II a	Freiendsituation
Klasse III	Zahnloser Kiefer

**Tabelle 1: Indikationsklassen bezogen auf den Zahnbefund**

<b>Indikationsklasse</b>	<b>Regelversorgung</b>
Klasse I	Ein fehlender Zahn wird durch ein Implantat ersetzt
Klasse II	Bei Verlust von drei Molaren besteht eine Indikation zum Ersatz der fehlenden Zähne mit zwei bis drei Implantaten
Klasse III	Im Oberkiefer werden sechs bis acht Implantate, im Unterkiefer vier bis sechs Implantate empfohlen

**Tabelle 2: Indikationsklassen und deren Regelversorgung mithilfe von Implantaten**

Die definitive Anzahl der Implantate richtet sich nach der jeweiligen Position der natürlichen Zähne, sodass die endgültige Entscheidung dem behandelnden Arzt in Absprache mit seinem Patienten obliegt ([HTTP://WWW.KONSENSUSKONFERENZ.DE](http://www.konsensuskonferenz.de)).

### 1.5 Atrophiegrade

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Planung der Implantatanzahl stellt das Ausmaß des atrophierten Kieferkammes dar. Hierbei gibt es eine allgemein gültige Klassifizierung der Atrophiegrade nach Lekholm und Zarb aus dem Jahre 1985 (LEKHOLM/ ZARB 1985).

<b>Atrophiegrad</b>	<b>Zustand des Knochens</b>
A	Der Alveolarkamm ist fast vollständig erhalten
B	Es zeigen sich geringfügige Resorptionen des Alveolarfortsatzes
C	Eine fortgeschrittene Resorption des Alveolarfortsatzes bis zum Basalbogen liegt vor
D	Eine beginnende Resorption des Basalbogens ist erkennbar
E	Der Basalbogen selbst ist bereits extrem atrophiert

**Tabelle 3: Atrophiegrade nach Lekholm und Zarb**

### 1.5.1 Einteilung der Resorptionsgrade

1993 beschreiben Kalk et al. die Alveolarkammresorption insbesondere nach Extraktionen als Erkrankung der Mundhöhle (KALK ET AL.1993). Der Verlust der eigenen Zähne ist häufig mit einer Knochenatrophie assoziiert (SCHUPPAN 2000, JAFFIN ET AL. 2000, NAGEL ET AL. 2001, WOLF 2002, SCHROPP/ ISIDOR 2008). Kalk et al. berichten, dass im ersten Jahr post extractionem die vertikale Atrophie am deutlichsten ist und hauptsächlich in der Mandibula auftritt. Daraufhin wurde eine weitere Klassifikation der Alveolarkammatrophie für den zahnlosen Unterkiefer entwickelt in der vier Stadien unterschieden werden (KALK ET AL.1993).

<b>Resorptionsgrad</b>	<b>Zustand des Knochens</b>
Stadium 2	Zustand nach initialer Resorption. Breite und Höhe des Knochens sind noch gegeben
Stadium 3	Der Alveolarkamm ist atrophiert und nimmt die Form einer Messerschneide an
Stadium 4	Nur noch basale Knochenanteile sind in geringer vertikaler Dimension vorhanden

**Tabelle 4: Resorptionsgrade nach Kalk et al.**

Zwischen den Resorptionsstadien eins bis drei kommt es zu einer Bewegung der vestibulären und lingualen Kortikalisplatten aufeinander zu bis schließlich das dritte Stadium erreicht ist. Durch das Inserieren von Implantaten soll eine horizontale Erhaltung des Alveolarkammes bewirkt werden (LEKHOLM/ ZARB 1985, JAFFIN 2000, NAGEL 2001, SCHUPPAN 2000)

## 1.6 Einteilung der Knochenqualität

Die Qualität des Knochens an der Implantationsstelle ist ein determinierender Faktor bei der Behandlungsplanung und Knochenbelastung während der prothetischen Rekonstruktion (ALBREKTSSON ET AL. 1981, FRIBERG ET AL. 1999, MISCH 1999, ROMANOS 2004). Die Knochendichte wird in der Einheit HU (Hounsfield Units) gemessen und nach Misch in fünf Kategorien eingeteilt (MISCH 1999).

<b>Knochen</b>	<b>Dichte</b>	<b>Definition</b>
D1	> 1250 HU	Dichter Kortikalisknochen
D2	850- 1250 HU	Dicker, dichter bis poröser kortikaler Knochen auf dem Kieferkamm und grober trabekulärer Knochen im Inneren
D3	350- 850 HU	Dünnere poröser Knochen auf dem Kamm und feiner trabekulärer Knochen im Inneren
D4	150- 350 HU	Feiner trabekulärer Knochen
D5	< 150 HU	Unreifer, nicht mineralisierter Knochen

**Tabelle 5: Klassifikation der Knochendichte nach Misch**

Die Misch-Werte sind empirische Daten basierend auf Mittelwerten (MISCH 1999). Der Operateur bestimmt anhand der Definition und des taktilen Messens die vorliegende Knochendichte (LISTGARTEN 1997, ROMANOS 2004, DEGIDI/PIATTELLI 2005, TURKYILMAZ ET AL. 2008). Durch Umbauvorgänge im Knochen beginnt die Phase der sogenannten Osseointegration, welche die Grundvoraussetzung für dauerhafte Stabilität ist und zur Einheilung des Implantates in den Knochen führt (BRÅNEMARK ET AL. 1969).

## 1.7 Die Phase der Osseointegration

Bei ungestörter Einheilung definitiver Implantate kommt es zur Osseointegration (BRÅNEMARK ET AL. 1969). Die Modifikation von Implantatoberflächen kann das Einheilverhalten von Implantaten beeinflussen (GRÖSSNER-SCHREIBER/ TUAN 1991, SPIEKERMANN 1995, WENNERBERG/ ALBREKTSSON 2009). Die Ergebnisse verschiedener Autoren zeigen, dass raue Implantatoberflächen im Gegensatz zu glatten, polierten Implantatoberflächen die Osseointegration begünstigen (LEDERMANN 1984, GRÖSSNER-SCHREIBER/ TUAN 1991, PETRUNGARO 1997, WENNERBERG/ ALBREKTSSON 2009). Es kommt bei der Osseointegration zur Verzahnung zwischen mikrorauer Implantatoberfläche und Knochen, welche eine Erhöhung der Stabilität zur Folge hat. (BRÅNEMARK ET AL. 1969). Mikroskopisch ist keinerlei Spaltraum mehr zwischen Titanoberfläche und Knochen erkennbar, wie Brånemark es in seiner erstmals im Jahre 1969 beschriebenen Definition erläuterte (BRÅNEMARK ET AL. 1969).

Für eine ungehinderte Osseointegration ist die weitgehende Immobilität des eingebrachten Implantats von entscheidender Bedeutung (SPIEKERMANN 1995). Eine Überbelastung in dieser Phase kann zum Verlust des Implantates führen (SCHUPPAN 2000, WOLF 2002, KREUSSER ET AL. 2002, BABBUSH 2002).

Das Standardprotokoll von Brånemark et al. schreibt eine Einheilzeit von drei bis sechs Monaten bis zu einer Vollbelastung der Implantate vor (BRÅNEMARK ET AL. 1969).

Dabei unterscheiden sich die Einheilzeiten für Implantate im Oberkiefer mit 6 Monaten zu denen im Unterkiefer mit 3 Monaten (BRÅNEMARK ET AL. 1969). Hinzu kann sich noch die Einheilzeit von eventuell durchzuführenden Knochenaufbaumaßnahmen addieren (CHEN ET AL. 2004, COCHRAN/ DOUGLAS 1993).

Die Einheilphase definitiver Implantate stellt mit wachsendem Komfortanspruch des Patienten eine äußerst kritische Behandlungsphase sowohl für den Patienten als auch für den Behandler dar (GROENENDIJK 2003, LESHEM ET AL. 2003). Der Patient ist auf eine zuverlässige, funktionstüchtige und ästhetische provisorische Versorgung angewiesen (GROENENDIJK 2003). Oftmals wird dabei jedoch, besonders bei der Behandlung zahnloser Patienten, ein verminderter Halt der provisorischen Prothese beobachtet (BRÅNEMARK ET AL. 1969, MERICSKE-STERN 1998, PROUSSAEFS 2003). Zu Grunde liegt dabei eine ausgeprägte

Alveolarkammatrophy des Kiefers (LEKHOLM/ ZARB 1985, AALAM ET AL. 2005). Im Idealfall sind Knochenqualität, also Dichte, Mineralisationsgrad, Struktur und Beschaffenheit von Kortikalis und Spongiosa, sowie Knochenquantität in entsprechend hohem Maße vorhanden, so dass eine zur Sofortbelastung der definitiven Implantate ausreichende Primärstabilität erzielt werden kann (ROMANOS 2004, ESPOSITO ET AL. 2007). Unter Sofortbelastung wird dabei die unmittelbare Versorgung der inserierten definitiven Implantate mit Zahnersatz verstanden (NAGEL ET AL. 2001, NKENKE ET AL. 2003, AHN ET AL. 2004, DEGIDI/ PIATTELLI 2005, MARZOLA ET AL. 2007).

Die Primärstabilität ist neben der Verblockung der definitiven Implantate das wichtigste Kriterium um eine erfolgreiche Sofortbelastung mit ungefährdeter Osseointegration ermöglichen zu können (DONATH/ KIRSCH 1986, ROMANOS 2004, OTTONI ET AL. 2005).

Kann keine ausreichende Primärstabilität erzielt werden kommt es vor allem während der Mastikation zu Mikrobewegungen, welche die Osseointegration der Implantate verhindern und letztendlich zum Misserfolg der Implantation führen können (SMITH 1993, SZMUKLER-MONCLER ET AL. 1997, NIKELLIS/ NICOLOPOULOS 2004, DEGIDI/ PIATTELLI 2005).

Die Anzahl der Patienten, bei denen nach heutigem Stand der Wissenschaft eine Sofortbelastung der definitiven Implantate mit sicherem Erfolg möglich ist, ist trotz immer neuer Erkenntnisse noch nicht definiert (LORENZONI ET AL. 2003, BLOCK ET AL. 2004).

### 1.8 Provisorische prothetische Versorgung

Unter provisorischer prothetischer Versorgung ist der Erhalt von Ästhetik, Phonetik und Funktion des stomatognathen Systems durch einen provisorischen Zahnersatz während der Einheilphase der definitiven Implantate zu verstehen (FROUM ET AL. 2005).

Die Verankerung der provisorischen Versorgung an Restpfeilerzähnen stellt eine Möglichkeit dar, den Tragekomfort für den Patienten zu steigern. (HEDEGARD 1973). Problematisch kann die provisorische Versorgung des zahnlosen Patienten sein, wo lediglich eine tegumentale Lagerung der Interimsversorgung erfolgen kann

wenn definitive Implantate nicht sofort belastet werden können (SCHUPPAN 2000, WEINLÄNDER ET AL. 2003).

### 1.9 Provisorische Implantate

Hier kann der Einsatz von temporären oder provisorischen Implantaten Abhilfe schaffen (SCHUPPAN 2000, RAVASINSI/ MARINELLO 2002, WOLF 2002, PROUSSAEFS 2003, WEINLÄNDER ET AL. 2003, AHN ET AL. 2004, SCHERMER 2008).

Provisorische Implantate sollen nur für einen begrenzten Zeitraum im Knochen verbleiben. Aus diesem Grund ist eine Osseointegration wie bei definitiven Implantaten nicht erwünscht (SCHUPPAN 2000, SIMON 2002). Die Oberflächenbeschaffenheit provisorischer Implantate unterscheidet sich aus diesem Grund von der Oberflächenbeschaffenheit definitiver Implantate und tendiert eher zu glatten anstatt rauhen Flächen (SIMON 2002). Schon Ledermann untersuchte 1984 die klinischen Eigenschaften polierter Implantatoberflächen (LEDERMANN 1984). Er beschrieb in seiner Studie unter Anderem die Möglichkeit der Sofortbelastung und Sofortversorgung von Implantaten mit polierter Oberfläche (LEDERMANN 1984). Die Explantation gestaltet sich bei glatten Implantatoberflächen unproblematisch und geht mit geringsten Schäden des Knochenlagers einher (LEDERMANN 1984).

Provisorische Implantate ermöglichen eine druckfreie Heilungsphase des Weichgewebes sowie eine störungsfreie Osseointegration der definitiven Implantate (PETRUNGARO 1997, SCHUPPAN 2000, WEINLÄNDER ET AL. 2003, HANDBUCH ZUM BDIZ EDI IMPLANTAT- REGISTER 2007). Provisorische Implantate können die Anforderungen des Patienten in Bezug auf Tragekomfort, Ästhetik und Phonetik verbessern, so dass die Übergangsphase bis zur definitiven Versorgung erleichtert wird (SCHUPPAN 2000, WOLF 2002, GROENENDIJK 2003).

Selbst bei ausgedehnten Kieferkammaugmentationen liessen sich bei unmittelbarer Nähe der temporären Implantate zu den Knochentransplantaten keine Wundheilungsstörungen oder sonstige negative Einflüsse auf den Heilungsverlauf beobachten (KHOURY/ HAPPE 2001, SCHERMER 2008).

Provisorische Implantate können als vertikaler Stop schleimhautgetragener Prothesen dienen, um so den Druck von aufgelagerten Knochenersatzmaterialien fernzuhalten (PETRUNGARO 1997, SCHERMER 2008). Mikrobewegungen des

Augmentats, die zu dessen Verlust führen können, werden so vermieden (ASPENBERG ET AL. 1992, ZUBERY ET AL. 1999). So kann nach aufwendiger Augmentation eine Prothesenkarenz von mehreren Wochen, die eine Isolierung der Patienten aus ihrem beruflichen oder sozialen Umfeld bedeuten würde, umgangen werden (PETRUNGARO 1997, HANDBUCH ZUM BDIZ EDI IMPLANTAT-REGISTER 2007).

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass Interimsimplantate auch in mäßig chronisch infiziertes Knochengewebe inseriert werden können und auch hier sofort belastbar sind (SCHUPPAN 2000). Im Gegensatz dazu wäre eine Sofortbelastung bei definitiven Implantaten nicht möglich und der Patient müsste auf festsitzenden Zahnersatz in der Einheilphase der definitiven Implantate verzichten (SCHUPPAN 2000).

Die Indikationsbereiche zur Anwendung temporärer Retentionselemente wurden von Schuppan bereits beschrieben und sind in der folgenden Tabelle aufgelistet (SCHUPPAN 2000).

<b>Indikationen für provisorische Implantate</b>
Präimplantologisch im Rahmen einer chirurgischen Sanierung bis zum Zeitpunkt der definitiven Implantatinsertion/ Implantatbelastung
Simultan zur Insertion der definitiven Implantate zu deren Entlastung
Bei Kieferkammaugmentationen zur Entlastung dieses Bereichs und zur Verhinderung unphysiologischer Belastungen (Mikrobewegungen)

**Tabelle 6: Indikationsbereiche zur Anwendung temporärer Retentionselemente**

Ein weiterer nicht unerheblicher Vorteil besteht in der Verankerungsmöglichkeit von Röntgen- oder Bohrschablonen vor und während der Implantation (SIMON 2002, HANDBUCH ZUM BDIZ EDI IMPLANTAT- REGISTER 2007).

Zudem kann der vorher vom Patienten getragene Zahnersatz als Provisorium in Kombination mit provisorischen Implantaten verwendet werden. Die bisher gewohnten Aspekte von Ästhetik und Phonetik sollen somit erhalten bleiben (KRENNMAIR ET AL. 2004, AHN ET AL. 2004). Die provisorischen Implantate werden entfernt, wenn die Einheilphase der definitiven Implantate abgeschlossen ist (SCHUPPAN 2000, WOLF 2002, WEINLÄNDER ET AL. 2003).

## 1.9.1 Provisorische Implantatsysteme

Die beiden in dieser Studie verwendeten Implantatsysteme werden im Folgenden präsentiert.

### **1.9.1.1 IPI (Immediate Provisional Implant System)**

Bei dem Immediate Provisional Implant System (Firma Nobel Biocare, Göteborg, Schweden) handelt es sich um ein einteiliges, im Durchmesser 2,8 mm starkes provisorisches Sofortimplantat aus einer Titanlegierung mit maschinierter, glatt polierter Oberfläche (IPI-HANDBUCH 2003). Das IPI weist ein selbstschneidendes Gewinde in einer Länge von 14 mm und einen supragingival liegenden konischen Implantatkopf von 5 mm Länge mit 5° Konizität auf, welcher die in den provisorischen Zahnersatz integrierbaren Aufbaukappen aufnehmen kann (SCHUPPAN 2000, IPI-HANDBUCH 2003).



**Abbildung 1: Provisorisches Implantat IPI mit Aufbaukappe  
(Quelle: Firma Nobel Biocare, Göteborg, Schweden)**

Die Aufbaukappen werden nach der Insertion aufgebracht. Eine Besonderheit dieses Implantates ist die Möglichkeit, den Implantatkopf am Hals um bis zu 45 ° biegen zu

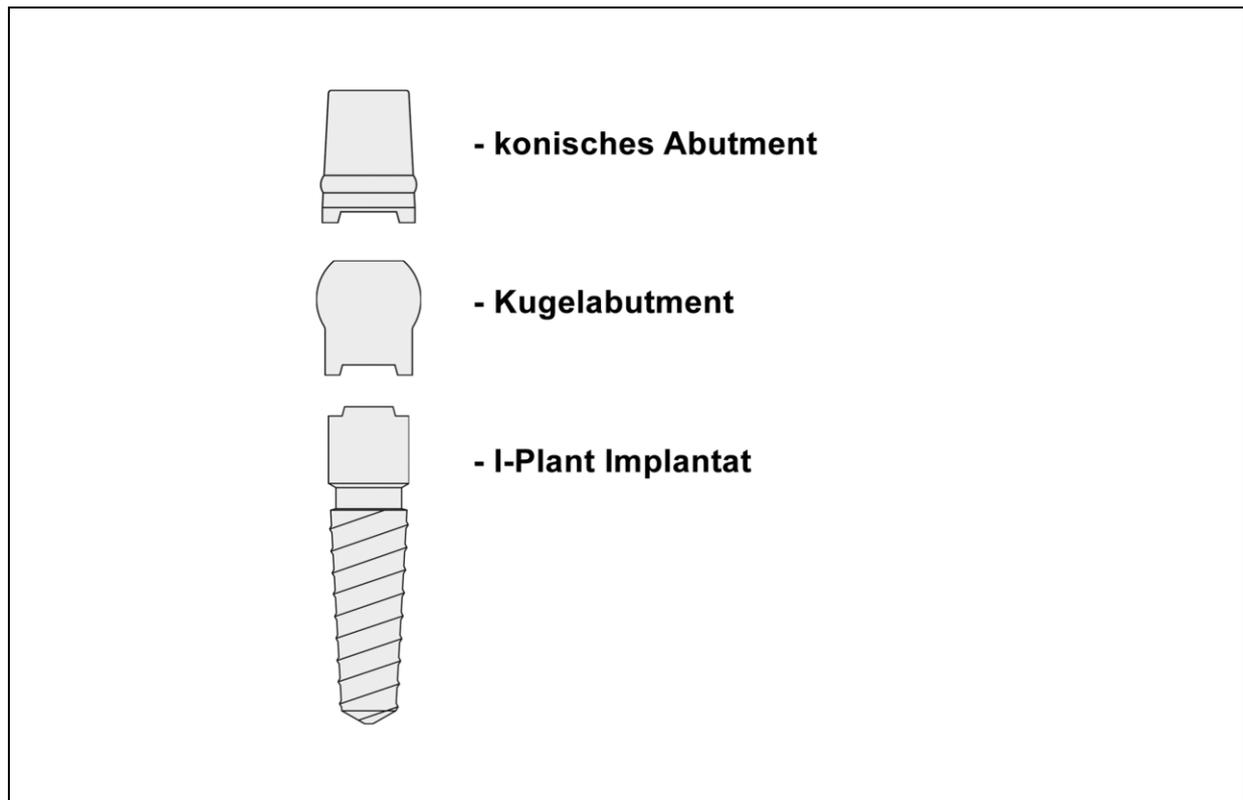
können, womit Pfeilerdivergenzen ausgeglichen werden können (SCHUPPAN 2000, IPI-HANDBUCH 2003). Die prothetische Suprakonstruktion kann mit provisorischen Befestigungsmaterialien zementiert werden. Der temporäre Zahnersatz kann aus der bereits vorher vom Patienten getragenen Prothese bestehen oder mit Hilfe von Tiefziehfolien, Schalen- oder Hohlprovisorien aus Kunststoff hergestellt werden, die beim Patienten individuell angepasst werden können (SCHUPPAN 2000, IPI-HANDBUCH 2003).

Die Explantation des IPI erfolgt mit Hilfe des systemspezifischen Eindrehschlüssels und der Ratsche mit Ratschenadapter.

### **1.9.1.2 I-Plant**

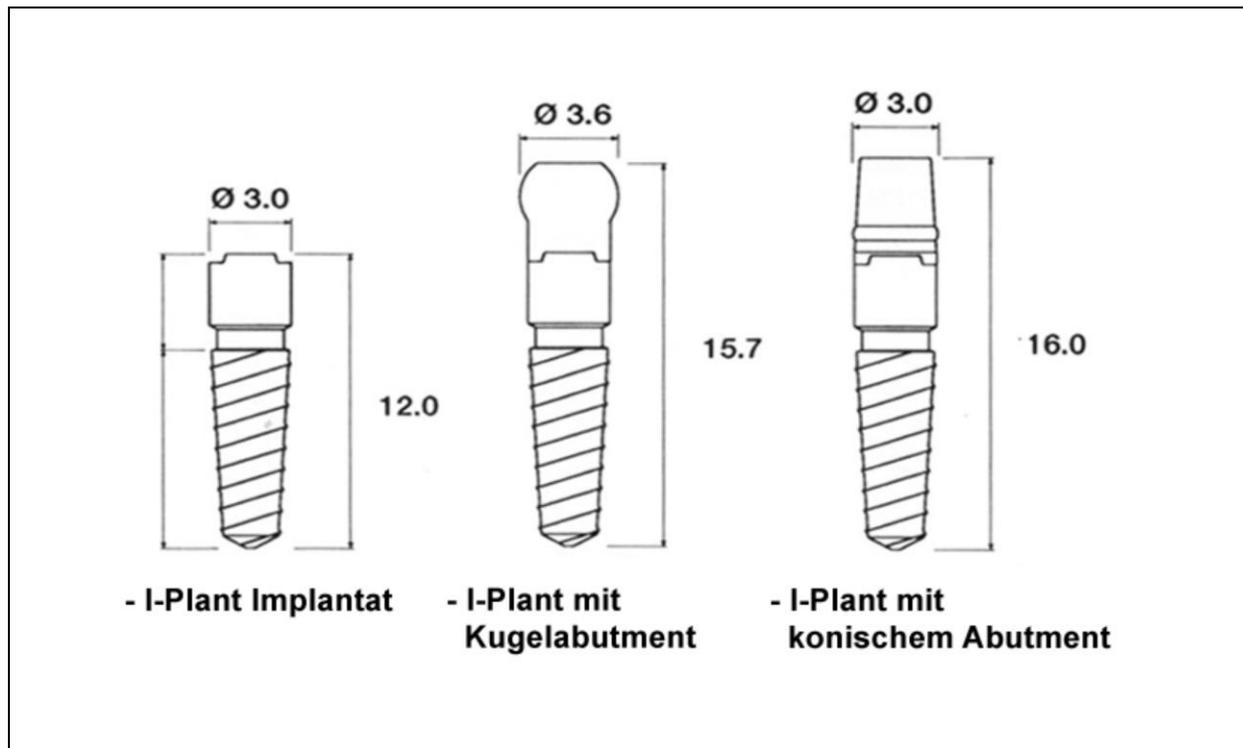
Es handelt sich hierbei um ein selbstschneidendes, zweiteiliges Implantatsystem aus Ti 6 Al 4V. Das I-Plant (Firma Unor AG, Schlieren, Schweiz) besitzt im Bereich des Außengewindes eine polierte Oberfläche (INFORMATIONSBROSCHÜRE I-PLANT 2006).

Das provisorische Implantat kann mit oder ohne Bildung eines Mukoperiostlappens inseriert werden. Die Aufbereitung des Implantatbetts erfolgt mit zwei je nach Knochenqualität wählbaren chirurgischen Bohrern. Anschließend wird das I-Plant maschinell oder manuell eingebracht und einem Drehmoment von 30 Ncm eingedreht. Das Benutzen des Drehmomentschlüssels sichert das Erreichen der Primärstabilität. Die Abutments zur Aufnahme des provisorischen Zahnersatzes sind als Konus- oder Kugelabutment verfügbar. Die weißen Kunststoffmatrizen, in Abbildung 2 zu erkennen, sind aus Polyoxymethylenkunststoff und können, ähnlich der Aufbaukappe von IPI, in den provisorischen Zahnersatz einpolymerisiert werden (INFORMATIONSBROSCHÜRE I-PLANT 2006).



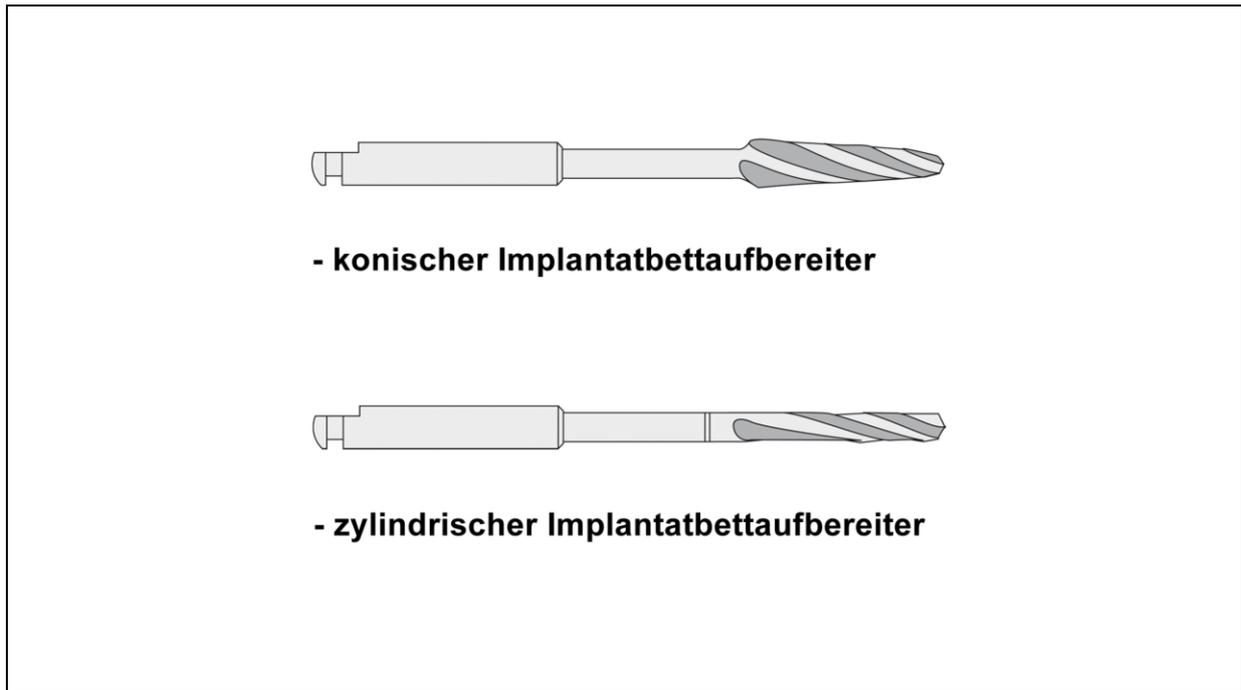
**Abbildung 2: Provisorisches Implantatsystem I-Plant mit Abutments  
(Quelle: Firma Unor, Schlieren, Schweiz)**

Das provisorische Implantat selbst weist eine Länge von 12 mm auf, mit Kugelabutment 15,7 mm und nach Aufschrauben eines Konusabutments 16 mm. Der Außendurchmesser des Implantates beträgt am Implantathals 3 mm. Der im Knochen zu versenkende Anteil misst 9 mm. Das Kugelabutment besitzt, wie in Abbildung 3 zu sehen, einen Durchmesser von 3,6 mm und das Konusabutment einen Durchmesser von 3,0 mm (INFORMATIONSBROSCHÜRE I-PLANT 2006).



**Abbildung 3: Maße des I-Plant Implantats mit und ohne Abutments  
(Quelle: Firma Unor, Schlieren, Schweiz)**

Die Implantatbettaufrbereitung ist mittels zweier verschiedener Bohrer möglich, welche in Abbildung 4 dargestellt sind. Ein gerader, zylindrischer Bohrer soll laut Herstellerangaben in weichem Knochen die Stabilität nach Insertion erhöhen können, während für harten Knochen ein konischer Implantatbettaufrbereiter angeboten wird (INFORMATIONSBROSCHÜRE I-PLANT 2006).



**Abbildung 4: Implantatbettauflbereiter für das I-Plant System  
(Quelle: Firma Unor, Schlieren, Schweiz)**

Der provisorische Zahnersatz kann feststehend-verschraubt oder zementiert oder herausnehmbar gestaltet werden (HANDBUCH ZUM BDIZ EDI IMPLANTAT-REGISTER 2007). Als provisorischer Zahnersatz kann sowohl die bereits vorher vom Patienten getragene Prothese dienen als auch ein neu hergestelltes Kunststoffprovisorium. Die Explantation erfolgt mittels der aufgeschraubten Einbringpfosten und des systemspezifischen Eindrehinstruments (HANDBUCH ZUM BDIZ EDI IMPLANTAT- REGISTER 2007, INFORMATINSBROSCHÜRE I- PLANT 2006).

## **2. Fragestellung**

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, den klinischen Erfolg von einteiligen und zweiteiligen provisorischen Implantatsystemen anhand klinischer Ergebnisse darzustellen und entscheidende Einflussfaktoren für den Erfolg zu identifizieren. Die Erhebung und Vergleichbarkeit der prothetischen Versorgungsmöglichkeiten, der Tragezeit und der Erfolgsrate sollen hierbei untersucht werden. Potentiell beeinflussende Parameter wie Alter und Geschlecht der Patienten werden zu Beginn der Untersuchung ermittelt und auf ihren Einfluss auf den Erfolg der provisorischen Implantate und der provisorischen Sofortversorgung hin überprüft.

Der Zahnbefund wird im zu implantierenden Kiefer und im Gegenkiefer erhoben. Der Zustand des Kieferknochens wird hinsichtlich seiner Qualität und Quantität klinisch und radiologisch beurteilt und auf seinen Einfluss bezüglich des Einsatzes von provisorischen Implantaten hin untersucht. Der Einfluss der Primärstabilität von provisorischen Implantaten soll ermittelt und die Auswirkung auf den Behandlungserfolg analysiert werden. Sowohl die Bedeutung der Implantatregion der provisorischen Implantate als auch die prothetische Versorgung und der Zahnstatus des Gegenkiefers sollen untersucht und deren Einfluss auf den Erfolg ermittelt werden. Die Ergebnisse dieser Studie basieren auf prospektiv erhobenen, patienten- und implantatbezogenen Daten und werden entsprechend ihrer Skalierung und Verteilung statistisch deskriptiv und graphisch ausgewertet. Die relevanten Daten werden prospektiv mit Hilfe eines Auswertungsprotokolls erfasst und aufgelistet. Mit Hilfe dieses Auswertungsprotokolls sollen Faktoren bestimmt werden, die die Erfolgswahrscheinlichkeit der provisorischen Implantate beeinflussen.

### **3. Material und Methode**

#### **3.1 Patienten**

Im Rahmen der ersten klinischen Untersuchung wurde bei jedem Patient ein anamnestisches Gespräch durchgeführt. Hierbei wurden Geschlecht und Alter sowie eventuelle allgemeine Erkrankungen und Allergien festgehalten.

Folgende Ausschlusskriterien wurden bei der Auswahl der Patienten beachtet (COCHRAN ET AL. 2002).

<b>Ausschlusskriterien</b>
Starker Zigarettenkonsum > 10 Zigaretten pro Tag
Auftreten von Alkohol- oder Drogenabusus innerhalb der vergangenen fünf Jahre
Schwerer Bruxismus
Unbehandelte chronische Parodontitis
Verbliebene Wurzelanteile im Implantatbett
Lokale Entzündungszeichen oder Schleimhauterkrankungen (zum Beispiel Orale Lupus Erythematodes)
Patienten mit hohem Risiko für eine bakterielle Endokarditis
Unbehandelter Diabetes mellitus
Leukozytäre Dysfunktionen
Metabolische Knochenerkrankungen
Bekannte renale Insuffizienz
Lebererkrankungen
Immunsupprimierte Patienten
Kortikosteroidbehandlung
Derzeitige Chemotherapie
Vorangegangene Bestrahlung im Kopf-Halsbereich
Psychiatrische Kontraindikationen
Motorische Einschränkungen des Patienten, welche die Zahn-, beziehungsweise Implantatpflege beeinträchtigen

**Tabelle 7: Ausschlusskriterien für die vorliegende Untersuchung**

Alle Patienten wurden über die Teilnahme an dieser Studie und über die Datenerhebung aufgeklärt.

Ein Ethikvotum war nicht erforderlich, da die Behandlung in einer Privatpraxis stattfand. Die Operationen wurden alle durch den gleichen Operateur unter Berücksichtigung der vom Hersteller angegebenen Empfehlungen durchgeführt.

### 3.2 Patientenbefundung und praeoperative Maßnahmen

Der Zahnbefund wurde dokumentiert und ein Orthopantomogramm (OPG) zur radiologischen Diagnose erstellt. Die ermittelten Ergebnisse wurden im unter Punkt 3.6 aufgeführten Auswertungsprotokoll festgehalten.

### 3.3 Chirurgisches Vorgehen und chirurgische Parameter

Der operative Eingriff wurde in Vollnarkose in einer Privatpraxis durchgeführt.

Jeder Patient erhielt postoperativ zur Infektionsprophylaxe eine orale antibiotische Abschirmung mit Amoxicillin 1000 mg oder alternativ Clindamycin 300 mg drei Mal täglich. Die Patienten wurden zusätzlich zur Minimierung des Infektionsrisikos angehalten, zwei Mal täglich mit Chlorhexidin Mundspüllösung zu spülen.

Die provisorischen Implantate wurden gemäß der vom Hersteller empfohlenen Aufbereitungsweise in den Knochen eingebracht.

Dabei wurde die Knochenqualität taktile ermittelt und nach der Einteilung von Misch beurteilt (MISCH 1999). Die Knochenquantität wurde zuvor mit Hilfe des Orthopantomogramms in vertikaler Relation überprüft. Die Primärstabilität der provisorischen Implantate wurde unter Verwendung einer maschinellen Einbringhilfe (Intra Surg 300 plus, Kavo, Biberach/ Riß, Deutschland) dokumentiert.

Zusätzlich kamen bei mangelndem Knochenangebot augmentative Maßnahmen zur Anwendung. Zur lateralen und vertikalen Augmentation wurde das Knochenersatzmaterial Bio-Oss (Geistlich, Baden-Baden, Deutschland) in Kombination mit Eigenknochen (Bohrknochen) verwendet. Nach Mischen des Eigenknochens mit dem synthetischen Knochenersatzmaterial und Anfrischen des kortikalen Knochens mittels rotierender Instrumente wurde das Augmentatgemisch aufgelagert. Anschließend wurde das Areal mit einer resorbierbaren Membran (Bio-Gide, Geistlich, Baden-Baden, Deutschland) abgedeckt.

Im Oberkiefer wurde bei Bedarf zur Vermehrung des vertikalen Knochenangebots eine Sinusbodenaugmentation nach Boyne durchgeführt (BOYNE 1980). Nach der Insertion der provisorischen Implantate in Nachbarschaft zum Augmentat und der Überprüfung der Primärstabilität wurde der Mukoperiostlappen speicheldicht mit Hilfe von Einzelknopfnähten vernäht und die provisorische Versorgung eingegliedert.

### 3.4 Prothetische Sofortversorgung

Die provisorischen Implantate wurden anschließend an den chirurgischen Eingriff mit einem provisorischen Zahnersatz versorgt. Dabei wurden die provisorischen Implantate sekundär miteinander verblockt, also durch den provisorischen Zahnersatz miteinander verbunden, um sie zu stabilisieren. Es wurden zwei verschiedene Formen des Zahnersatzes verwendet.

Als provisorischer Zahnersatz wurde zum Einen eine vorhandene Totalprothese benutzt, entsprechend der neuen Situation umgearbeitet und für die Aufnahme der temporären Implantate vorbereitet. Zum Anderen wurde ein im Labor vorbereitetes, sogenanntes Schalenlangzeitprovisorium, verwendet.

Die Prothesen wurden an den entsprechenden Insertionsstellen der provisorischen Implantate ausgeschliffen und die Abutments mit kaltpolymerisierendem Kunststoff (New Outline, Anaxdent, Stuttgart, Deutschland) in die Prothese einpolymerisiert. Dabei verbleiben, nach Aushärten des Kunststoffs, die Abutments in der Prothese und funktionieren als Matrize. Das Schalenlangzeitprovisorium ist als formgebende Hülle aus Kunststoff zu verstehen, welche mit Bisacryl-Kunststoff (Luxatemp Automix Plus, DMG America, Itasca, IL, USA) am Patienten aufgefüllt wird und ebenfalls die Abutments aufnimmt. Die Schalenlangzeitprovisorien wurden anschließend mit provisorischem Befestigungszement (Temp Bond, Kerr GmbH, Rastatt, Deutschland) eingesetzt.

Die provisorischen Implantate wurden nach der Region im Kiefer, in die sie inseriert wurden und nach Lage im Ober- oder im Unterkiefer eingeteilt. Zusätzlich wurde die Gegenbezahnung dokumentiert.

Das Wundgebiet wurde zu keiner Zeit durch den provisorischen Zahnersatz belastet und war der natürlichen Reinigung durch den Speichel sowie den Hygienemaßnahmen des Patienten stets zugänglich. Jeder Patient erhielt noch am selben Tag eine prothetischen Sofortversorgung.

### 3.5 Postoperative Kontrollen

Die Patienten dieser Studie wurden am 3. und 10. Tag nach der Operation zu einer Kontrolluntersuchung gebeten. Eine weitere Untersuchung erfolgte nach drei sowie sechs Monaten. An jedem Kontrolltermin wurde die Stabilität der provisorischen

Implantate vom Behandler mittels des Intra Surg 300 plus (Kavo, Biberach/ Riß, Deutschland) überprüft und der provisorische Zahnersatz kontrolliert. Traten zu einem früheren als zu dem geplanten Zeitpunkt Lockerungen an einem provisorischen Implantat auf, wurde dies in der Patientenakte dokumentiert und das betroffene Implantat sofort entfernt.

### 3.6 Auswertungsprotokoll

Patientenbezogene Parameter wurden mit Hilfe eines Auswertungsprotokolls dokumentiert:

<b><u>Auswertungsprotokoll</u></b>	
<b>Patientendaten</b>	
	Name des Patienten
	Alter
	Geschlecht
	Allgemeinerkrankungen
<b>Befund vor Behandlungsbeginn (Indikationsklassen)</b>	
	Klasse 1 (Einzelzahnersatz)
	Klasse 2 (reduzierter Restzahnbestand)
	Klasse 2a (Freiendsituation)
	Klasse 3 (zahnloser Kiefer)
<b>Beschaffenheit des Alveolarknochens vor dem Eingriff, Atrophiegrad (nach Lekholm und Zarb)</b>	

A (Alveolarkamm fast vollständig erhalten)
B (Geringfügige Resorptionen)
C (Fortgeschrittene Resorption bis zum Basalbogen)
D (Beginnende Resorption des Basalbogens)
E (Basalbogen bereits extrem resorbiert)

### **Knochenquantität (nach Kalk et al.)**

Stadium 1 (Knochenangebot unmittelbar nach Extraktion)
Stadium 2 (Zustand nach initialer Resorption)
Stadium 3 (Atrophie des Alveolarkamms bis zur Form einer Messerschneide)
Stadium 4 (nur noch basale Knochenanteile mit geringer vertikaler Dimension)

### **Knochenqualität zum Zeitpunkt des operativen Eingriffs (nach Misch)**

D1 (dichte Kortikalis)
D2 (dichter bis poröser kortikaler Knochen auf dem Kieferkamm, grober trabekulärer Knochen im Inneren)
D3 (dünner poröser Knochen auf dem Kieferkamm, feiner trabekulärer Knochen im Inneren)
D4 (feiner trabekulärer Knochen)

### **Primärstabilität bei Insertion der provisorischen Implantate**

>32 Ncm (gut)
16-32 Ncm (ausreichend)
<16 Ncm (ungenügend)

**Art, Anzahl und Insertionsregion der provisorischen Implantate**

IPI OK, Regio (Zahnangabe)
----------------------------

IPI UK, Regio (Zahnangabe)
----------------------------

I-Plant OK, Regio (Zahnangabe)
--------------------------------

I-Plant UK, Regio (Zahnangabe)
--------------------------------

**Gegenbezaahnung**

Unbezaht
----------

Bezaht/ Implantate
--------------------

**provisorischer Zahnersatz**

Totalprothese
---------------

Schalenlangzeitprovisorium
----------------------------

**Verweildauer in Tagen**

Anzahl Tage
-------------

### 3.7 Statistik

Die inserierten Implantate wurden als unabhängig definiert. Die Daten, sowohl patienten- als auch implantatbezogen, wurden entsprechend ihrer Skalierung und Verteilung deskriptiv ausgewertet und grafisch dargestellt. Der Zusammenhang zwischen zwei kategorialen Parametern wurde mit dem Chi-Quadrat-Test geprüft. Wenn notwendig, wurden exakte Testverfahren verwendet. Mittels Kaplan-Meier-Kurven wurde die Wahrscheinlichkeit des Nicht-Verlustes (Überlebenswahrscheinlichkeit) über die Zeit dargestellt. Dabei wird die Wahrscheinlichkeit des Nichtauftretens eines Events über die Zeit graphisch interpretiert. Der Event ist in diesem Fall der Verlust eines temporären Implantats. Implantate mit geplanter Entfernung werden als zensiert bezeichnet. Wegen des hohen Anteils an zensierten Fällen wird auf einen statistischen Vergleich der Kurven der verschiedenen Gruppen mittels Log-Rank-Test verzichtet. Dauer\_tage sind die Anzahl der Tage zwischen Implantation und Verlust (Event), beziehungsweise planmäßiger Entfernung (zensiert).

Unterschiede zwischen kategorialen Parametern und dem dichotomen Merkmal Verlust (ja/nein) wurden ebenfalls mit dem Chi-Quadrat-Test geprüft. Die Überprüfung der Signifikanz wurde mittels des Fisher-Exakt-Tests durchgeführt. Zur Bestimmung des Risikos der einzelnen Kategorien gegenüber einer Referenzkategorie wurden mittels binärer logistischer Regression die Odds Ratio einschließlich der 95%-Konfidenzintervalle berechnet. Ein  $p < 0,05$  wurde als signifikant betrachtet. Alle Auswertungen erfolgten im explorativen Sinne. Die Datenerfassung erfolgte mit Excel Version 2003 (Microsoft, Redmond, USA), die statistischen Auswertungen mit SPSS V13.0 (SSPS Inc., Chicago, USA) und SAS V9.1 (SAS Institute Inc, Cary, USA).

## **4. Ergebnisse**

### 4.1 Patientenanamnese und Zahnstatus vor Behandlungsbeginn

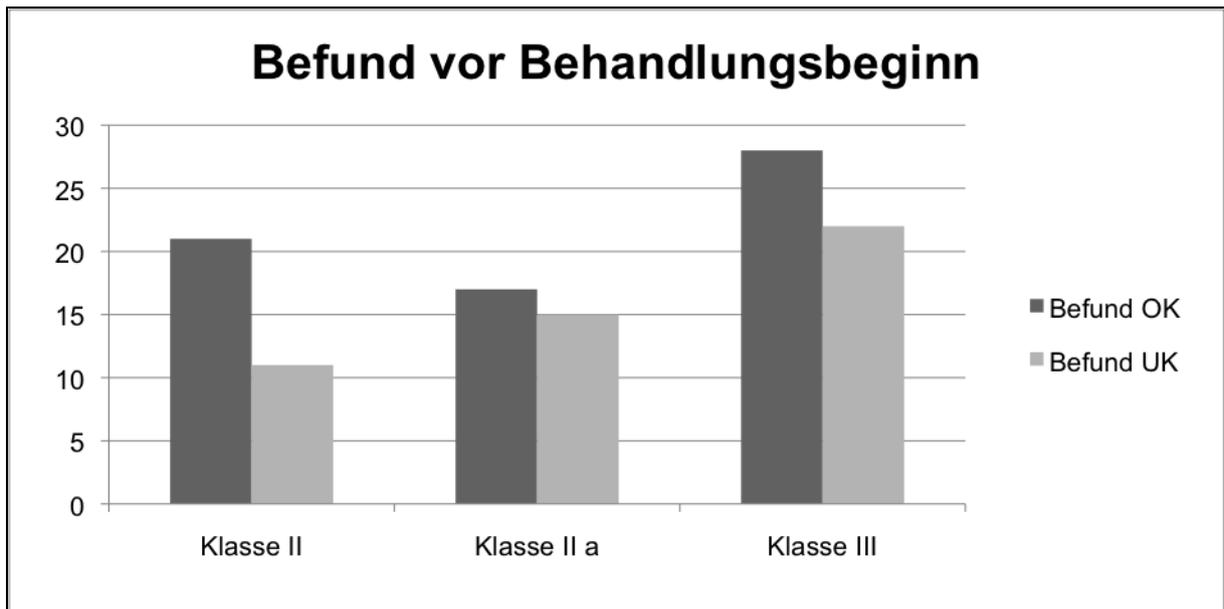
#### 4.1.1 Patientenanamnese

Das Patientenkollektiv der Untersuchung umfasste 79 Patienten, 46 Frauen und 33 Männer. Die Probanden waren zwischen 45 und 83 Jahre alt. Das Durchschnittsalter betrug 62 Jahre. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich über fünf Jahre von 1999 bis 2004. Insgesamt wurden 66 Oberkiefer und 48 Unterkiefer in der vorliegenden Studie untersucht.

Die Dokumentation der Ergebnisse ist chronologisch nach den erfolgten Behandlungsschritten gegliedert und beginnt mit der allgemeinen Anamnese. Die Allgemeinerkrankungen, sowie weitere für die Behandlung mögliche Einflussfaktoren, werden in der folgenden Tabelle beschrieben.

#### 4.1.2 Indikationsklassen

Im folgenden Diagramm werden die oralen Befunde der Patienten im zu implantierenden Kiefer vor Behandlungsbeginn geordnet nach deren Häufigkeit vorgestellt. Die Einteilung erfolgt nach den Indikationsklassen gemäß der Konsensuskonferenz des BDIZ von 2002 ([HTTP://WWW.KONSENSUSKONFERENZ.DE](http://www.konsensuskonferenz.de)).

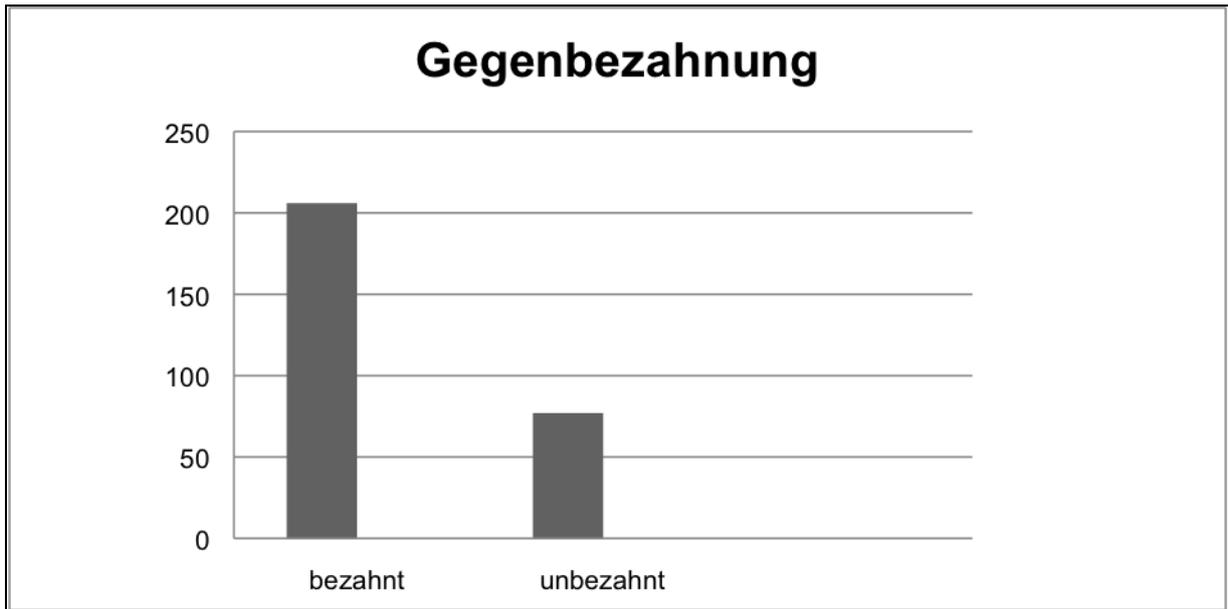


**Abbildung 5: Befunde zum Zeitpunkt der Erstuntersuchung im zu implantierenden Kiefer**

Die Klasse I (Einzelzahnersatz) war unter den Patienten dieser Studie nicht vertreten. Insgesamt wiesen 21 Oberkiefer, und elf Unterkiefer einen reduzierten Restzahnbestand (Klasse II) auf. Bei 17 Oberkiefern fehlten die hinteren Zähne. 15 Unterkiefer zeigten eine Freundsituation (Klasse IIa). Weiterhin wurden 28 zahnlose Oberkiefer und 22 zahnlose Unterkiefer (Klasse III) dokumentiert.

#### 4.1.3 Bezahnung im Gegenkiefer

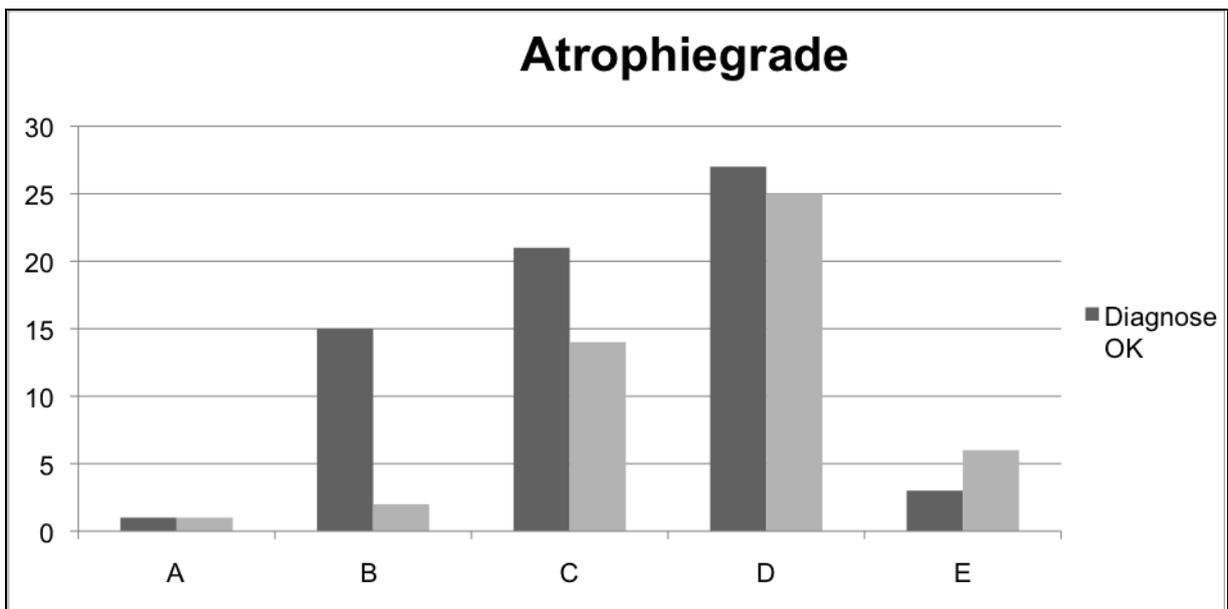
Die Gegenbezahnung wurde nach den Kriterien „bezahnt“ oder „unbezahnt“ unterteilt. Der Parameter „unbezahnt“ besagt, dass der Patient im Gegenkiefer keine natürlichen Zähne und keine Implantate besitzt. Die Bezeichnung „bezahnt“ beinhaltet die Gegenkiefer mit natürlicher Bezahnung, mit dental abgestütztem Zahnersatz oder mit implantatgetragendem Zahnersatz. Insgesamt wurden 77 provisorische Implantate bei Patienten mit unbezahntem Gegenkiefer eingesetzt, wohingegen 206 provisorische Implantate bei Patienten mit bezahntem Gegenkiefer inseriert wurden. Die folgende Abbildung soll einen graphischen Überblick vermitteln.



**Abbildung 6: Zahnbefund des Gegenkiefers**

#### 4.1.4 Atrophiegrade im zu implantierenden Kiefer und deren Einteilung

Die folgende Abbildung stellt die Atrophiegrade zu Behandlungsbeginn dar.



**Abbildung 7: Einteilung der Resorptionsgrade nach Lekholm und Zarb**

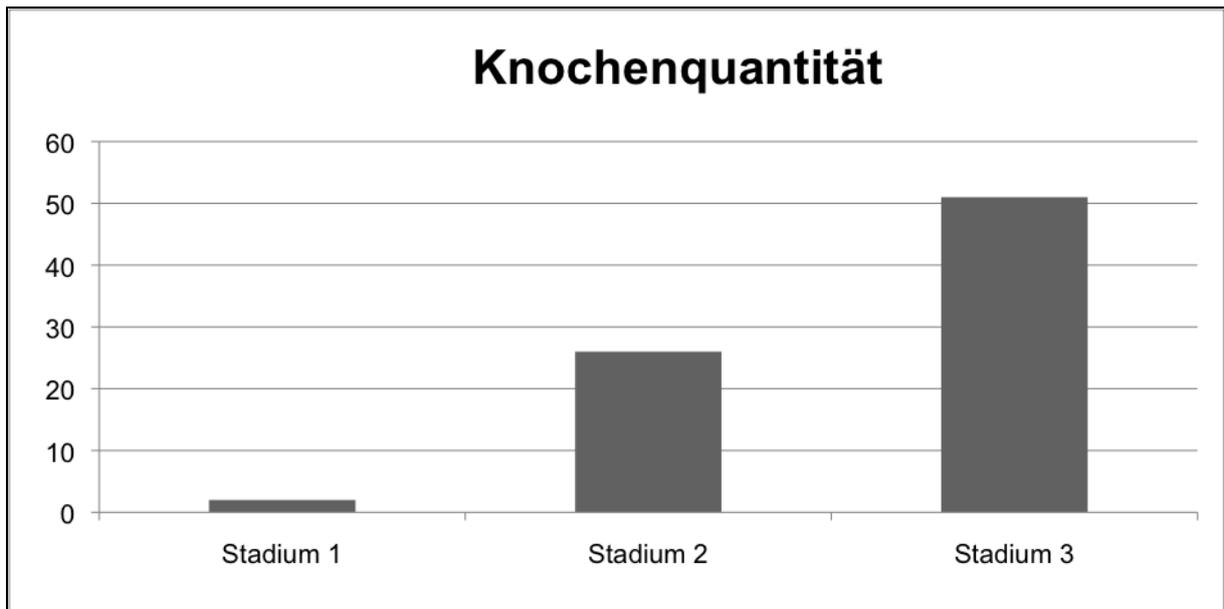
Ein Oberkiefer und ein Unterkiefer wiesen den Atrophiegrad A auf. An zwei Unterkiefern zeigten sich geringfügige Resorptionen des Alveolarkamms (B). Es wurde ausserdem bei 15 Patienten im Oberkiefer der Atrophiegrad B festgestellt. 21 Oberkiefer und 14 Unterkiefer zeigten eine fortgeschrittene Resorption des Alveolarkamms bis zum Basalbogen (C). Eine beginnende Resorption des Basalbogens (Atrophiegrad D) war bei 26 Oberkiefern und bei 25 Unterkiefern feststellbar. Bei drei Oberkiefern und sechs Unterkiefern war der Basalbogen bereits extrem resorbiert (E).

#### 4.1.5 Knochenquantität

In Abbildung 5 wird die Knochenquantität der Patienten dargestellt. Die Bestimmung der Knochenmenge wird anhand der Einteilung nach Kalk et al. vorgenommen (KALK ET AL. 1993).

Die Festlegung erfolgte vor dem operativen Eingriff anhand der klinischen und röntgenologischen Untersuchungen und war unter Anderem ausschlaggebend für die Entscheidung für beziehungsweise gegen eine augmentative Maßnahme.

Die Bestimmung wurde vom Operateur vorgenommen und dokumentiert. Bei zwei Patienten stellte sich die Situation unmittelbar nach Zahnextraktion dar (Stadium 1). 26 Patienten zeigten den Zustand nach initialer Resorption, bei dem die Breite und Höhe des Knochens noch ausreichend ist (Stadium 2). Bei 51 Patienten war der Alveolarkamm stark atrophiert (Stadium 3). Das Stadium 4, bei dem nur noch der basale Knochenanteil in einer geringen vertikalen Dimension vorhanden ist, wurde in keinem Fall beobachtet.



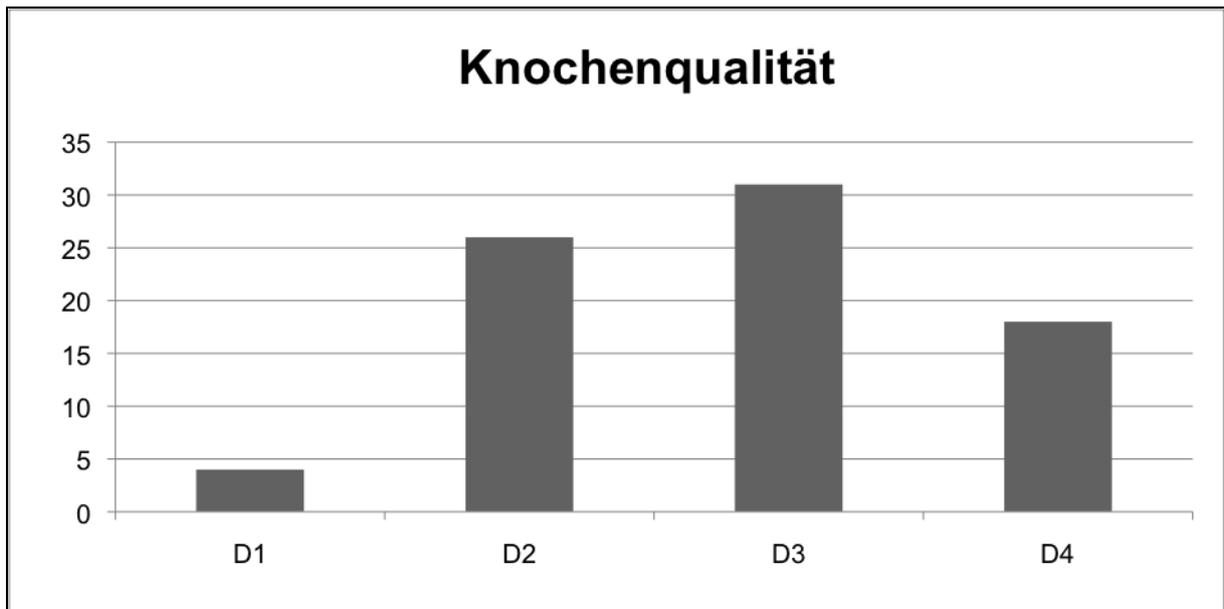
**Abbildung 8: Quantitatives Knochenangebot**

#### 4.1.6 Knochenqualität

Bei der Bestimmung der Knochenqualität kam die Einteilung nach Misch zur Anwendung, welche sich an der Knochendichte orientiert (MISCH 1999).

Vier Patienten wiesen an der Implantationsstelle einen dichten Kortikalisknochen auf (D1). Bei 26 Patienten zeigte sich dicker, dichter bis poröser kortikaler Knochen auf dem Kieferkamm und grober trabekulärer Knochen im Inneren (D2). Bei 31 Patienten wurde dünner poröser Knochen auf dem Kamm und feiner trabekulärer Knochen im Inneren dokumentiert (D3). 18 Patienten zeigten feinen trabekulären Knochen der Qualität D4.

In der folgenden Darstellung werden die gemessenen Werte graphisch erfasst:

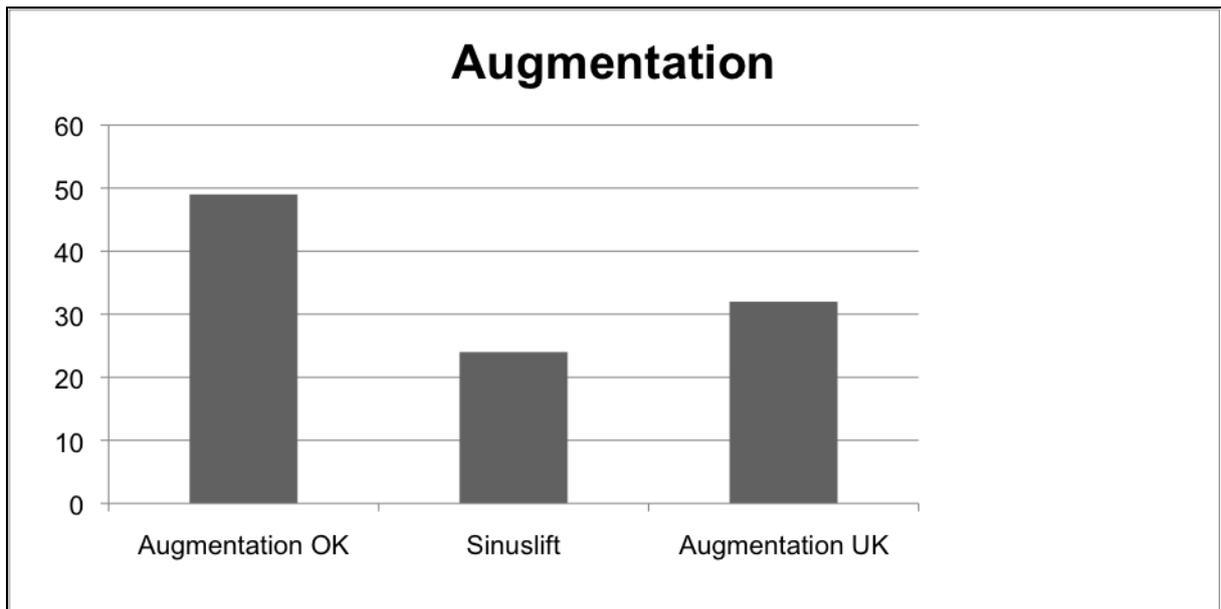


**Abbildung 9: Qualitatives Knochenangebot, Einteilung nach Misch**

## 4.2 Ergebnisse des operativen Vorgehens

### 4.2.1 Augmentationen

Es wurden insgesamt 74 Augmentationen im Oberkiefer, davon in 25 Fällen eine Sinusbodenaugmentation, und 32 Augmentationen im Unterkiefer mit einem Gemisch aus dem xenogenen Knochenersatzmaterial (Bio Oss, Geistlich, Baden-Baden, Deutschland) und autologem Knochen (Bohrknochen) vorgenommen.



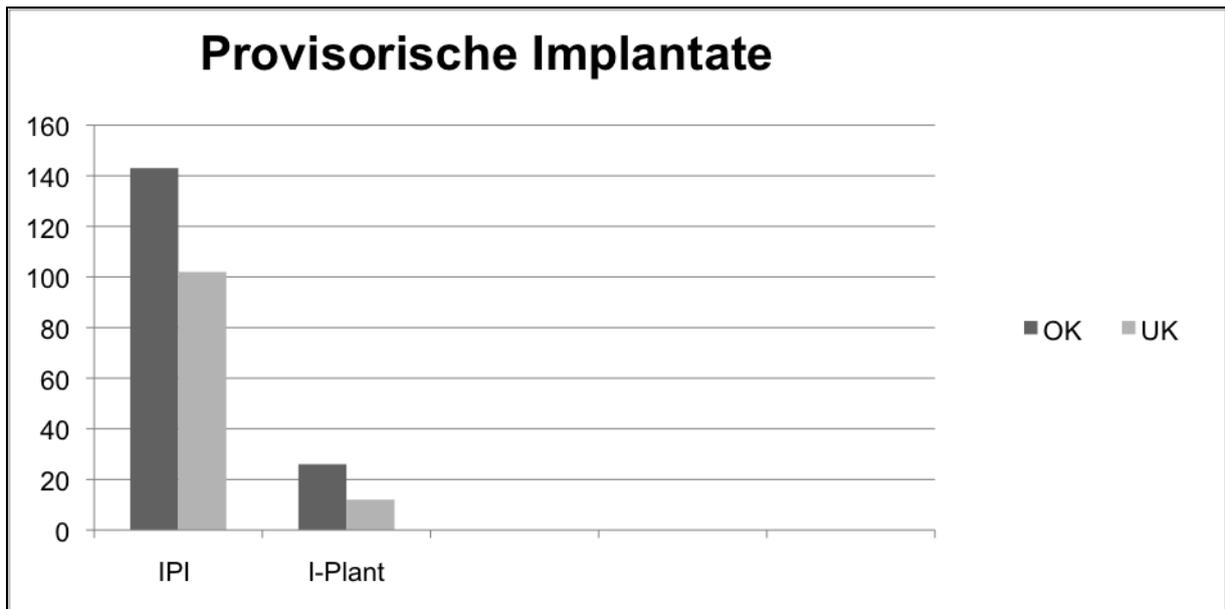
**Abbildung 10: Knochenaugmentationen im Ober- und Unterkiefer nach deren Häufigkeit**

#### 4.2.2 Implantate

Es wurden insgesamt 283 provisorische Implantate eingesetzt, 169 davon im Oberkiefer und 114 im Unterkiefer.

Insgesamt wurden 132 provisorische Implantate bei männlichen Patienten eingesetzt. Bei den weiblichen Patienten wurde eine Gesamtzahl von 151 provisorischen Implantaten inseriert.

Es wurden 245 provisorische Implantate vom Typ Immediate Provisional Implant (Nobelbiocare, Göteborg, Schweden) und 38 provisorische Implantate vom Typ I-Plant (Unor, Schlieren, Schweiz) eingesetzt. Davon wurden 143 IPs im Oberkiefer inseriert und 102 im Unterkiefer bei einer Anzahl von 72 Patienten.

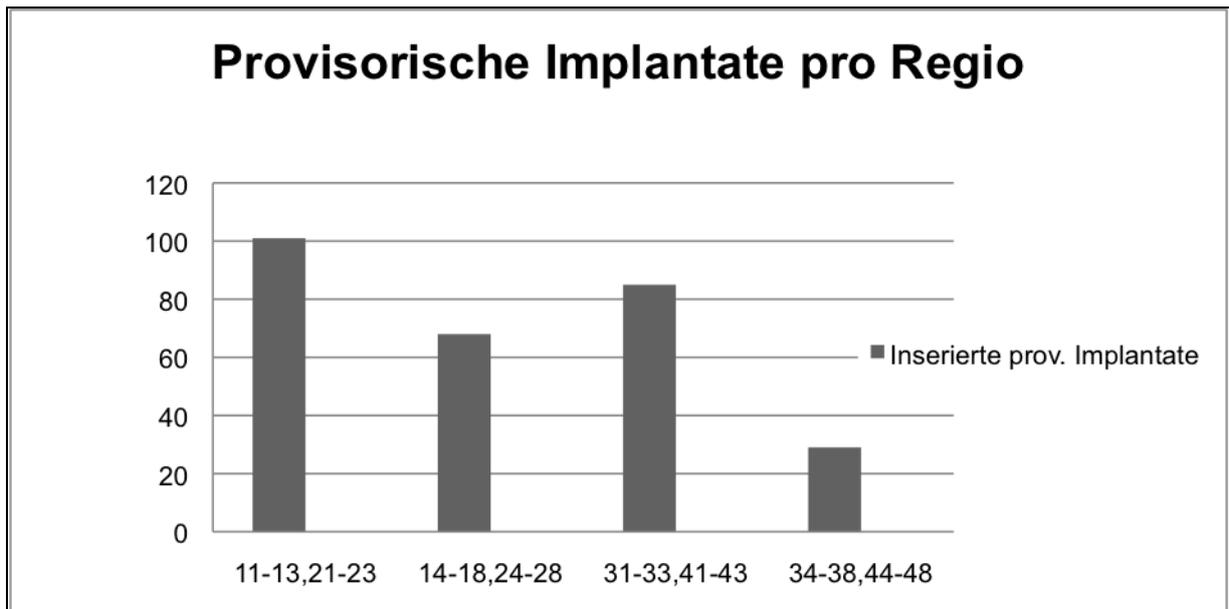


**Abbildung 11: Anzahl der provisorischen Implantate in Ober- und Unterkiefer**

Von dem provisorischen Implantatsystem I-Plant wurden 26 im Oberkiefer eingesetzt und 12 im Unterkiefer bei einer Anzahl von insgesamt 7 Patienten.

#### 4.2.3 Dokumentation der Insertionsregion

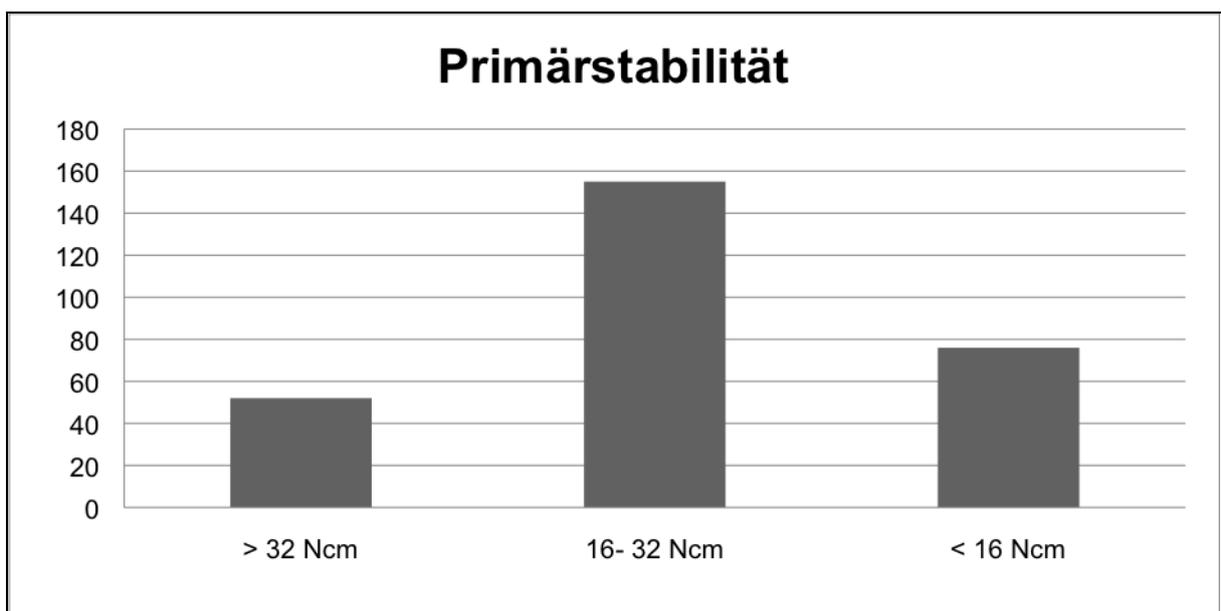
In der Oberkieferfrontzahnregion, also von Eckzahn zu Eckzahn (13 bis 23), wurden 101 provisorische Implantate gesetzt. Im Oberkieferseitenzahnbereich vom rechten ersten Prämolaren (14) bis zum rechten Weisheitszahn (18) und vom linken ersten Prämolaren (24) bis zum linken Weisheitszahn (28) wurden 68 provisorische Implantate inseriert. In der Unterkieferfrontzahnregion von Eckzahn zu Eckzahn (33 bis 43) wurden 85 provisorische Implantate eingebracht. Im Unterkieferseitenzahnbereich vom ersten linken Prämolaren (34) bis zum linken Weisheitszahn (38) und vom rechten ersten Prämolaren (44) bis zum rechten Weisheitszahn (48) wurden 29 provisorische Implantate eingesetzt. Das nachfolgende Diagramm beschreibt die genaue Insertionsregion der provisorischen Implantate anhand der Zahnangabe.



**Abbildung 12: Anzahl der provisorischen Implantate pro Insertionsregion**

#### 4.2.4 Primärstabilität der provisorischen Implantate

Während der Insertion wurde die Primärstabilität der provisorischen Implantate bestimmt. Im Folgenden wird die Primärstabilität aller gesetzten provisorischen Implantate aufgelistet:

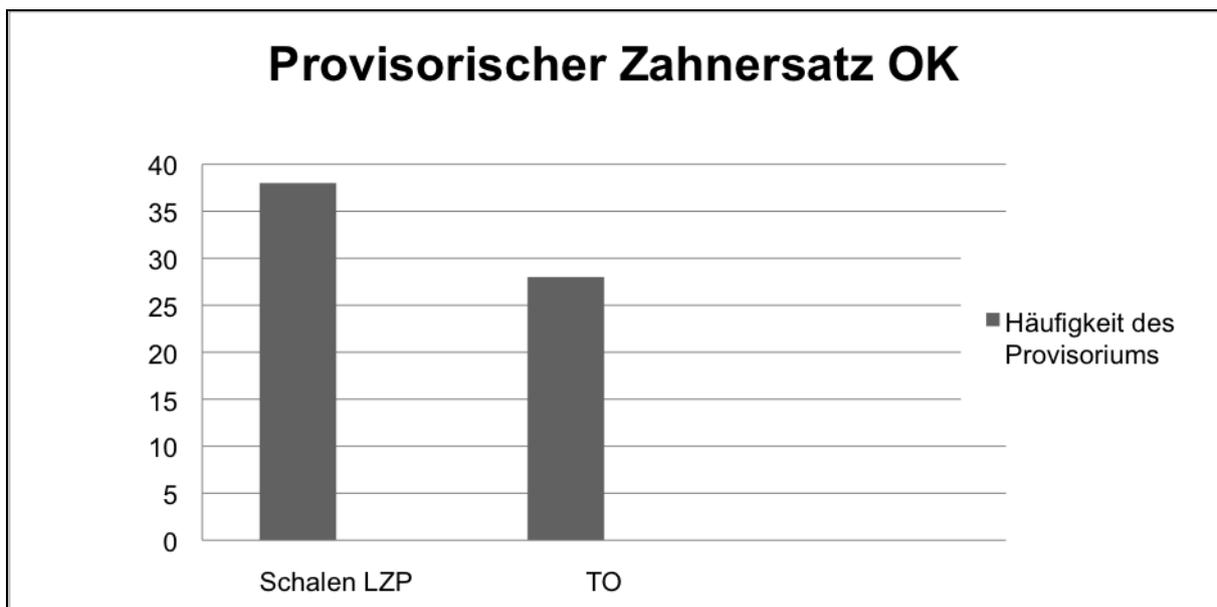


**Abbildung 13: Primärstabilität der provisorischen Implantate**

52 provisorische Implantate zeigten eine gute Primärstabilität von über 32 Ncm. Bei 155 provisorischen Implantaten war die Primärstabilität ausreichend, also zwischen 16 und 32 Ncm. Bei 76 provisorischen Implantaten war die Primärstabilität unter 16 Ncm und somit ungenügend.

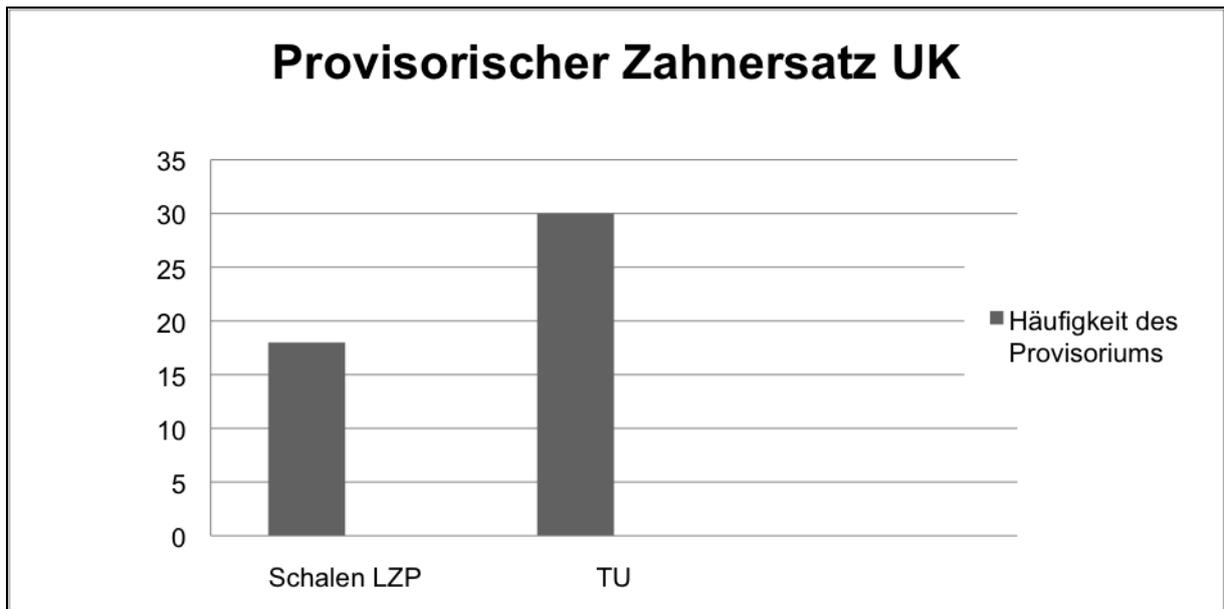
#### 4.3 Provisorischer Zahnersatz

Alle Patienten wurden noch am Tag der Operation mit einem provisorischen Zahnersatz mit Hilfe der provisorischen Implantate versorgt. Soweit dies möglich war, wurde die vorher bereits vom Patienten getragene totale Prothese umgearbeitet und als Provisorium benutzt. Bei 28 Patienten wurde eine Totalprothese (TO) im Oberkiefer eingegliedert. 38 Patienten erhielten im Oberkiefer ein Schalenlangzeitprovisorium (Schalen LZP).



**Abbildung 14: Art und Anzahl der provisorischen Versorgung im Oberkiefer**

30 Patienten bekamen eine Totalprothese im Unterkiefer (TU) eingesetzt. Bei 18 Patienten wurde ein Schalenlangzeitprovisorium im Unterkiefer (Schalen LZP) gewählt.



**Abbildung 15: Art und Anzahl der provisorischen Versorgung Im Unterkiefer**

137 provisorische Implantate wurden mit einer Totalprothese provisorisch versorgt. Auf 146 provisorischen Implantaten wurde ein Schalenlangzeitprovisorium verankert.

#### 4.4 Vorzeitige Verluste der provisorischen Implantate

In dieser Studie wurden verschiedene Parameter auf deren Bezug zu den Verlusten an provisorischen Implantaten hin untersucht und statistisch ausgewertet. Sie sollen im folgenden Abschnitt dargestellt werden.

##### 4.4.1 Verluste in Bezug zum Geschlecht

Mit der folgenden Kreuztabelle wurden die Verluste der provisorischen Implantate in Bezug gesetzt zum Geschlecht der Patienten. Bei den männlichen Patienten gingen von 132 gesetzten provisorischen Implantaten 28 vorzeitig verloren, was einer Verlustrate von 21,2 % entspricht. Bei den weiblichen Patienten wurden bei einer Gesamtzahl von 151 provisorischen Implantaten 23 vorzeitig entfernt. Hieraus ergibt sich eine prozentuale Verlustrate von 15,2 %.

Verlust	Geschlecht		Gesamt
	männlich	weiblich	
<b>Anzahl geplant</b>	<b>104</b>	<b>128</b>	<b>232</b>
<b>In Prozent</b>	<b>78,8 %</b>	<b>84,8 %</b>	<b>82,0 %</b>
<b>Anzahl vorzeitig</b>	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>51</b>
<b>In Prozent</b>	<b>21,2 %</b>	<b>15,2 %</b>	<b>18,0 %</b>
<b>Gesamtanzahl</b>	<b>132</b>	<b>151</b>	<b>283</b>
<b>In Prozent</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

**Tabelle 8: Kreuztabellarische Darstellung für das Geschlecht der Patienten bezüglich der eingetretenen Verluste**

Es konnte mit dem Chi-Quadrat-Test ein Wert von  $p=0,216$  und somit kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern festgestellt werden.

#### 4.4.2 Verluste in Bezug zur Gegenbezahlung

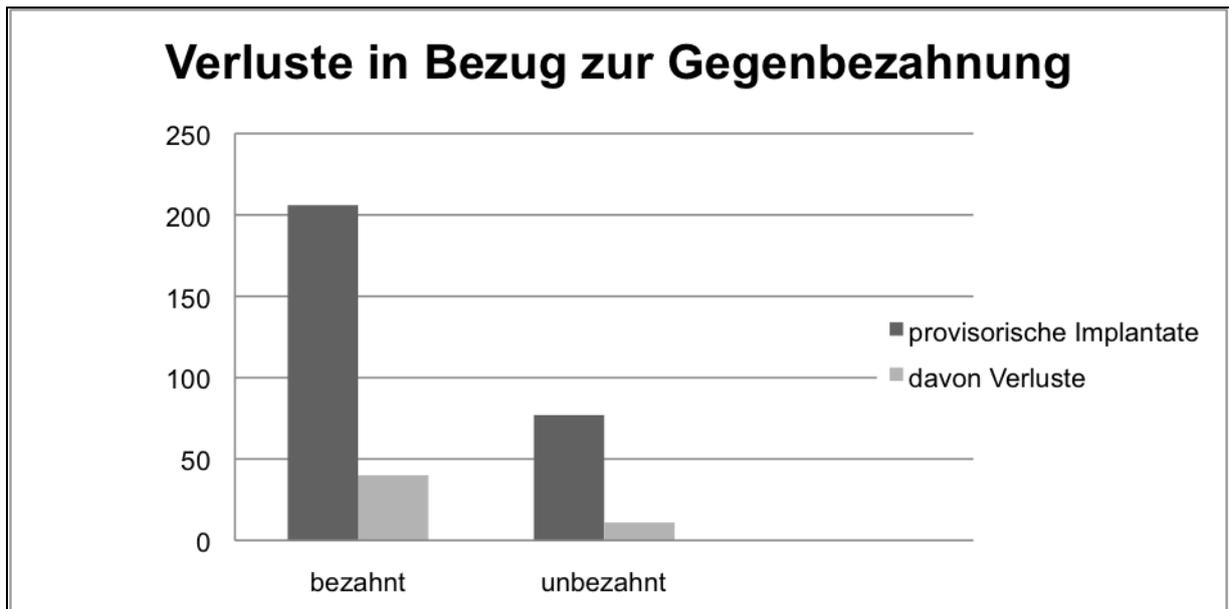
Nachfolgend werden die Ergebnisse der statistischen Untersuchung der Verluste in Bezug zur Gegenbezahlung präsentiert.

	<b>Gegenbeziehung</b>		
<b>Verlust</b>	<b>Unbez.</b>	<b>Bez./Impl.</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Anzahl geplant</b>	<b>66</b>	<b>166</b>	<b>232</b>
<b>In Prozent</b>	<b>85,7 %</b>	<b>80,6 %</b>	<b>82,0 %</b>
<b>Anzahl vorzeitig</b>	<b>11</b>	<b>40</b>	<b>51</b>
<b>In Prozent</b>	<b>14,3 %</b>	<b>19,4 %</b>	<b>18,0 %</b>
<b>Gesamtanzahl</b>	<b>77</b>	<b>206</b>	<b>283</b>
<b>In Prozent</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

**Tabelle 9: Kreuztabelle zur Auswertung der Gegenbeziehung**

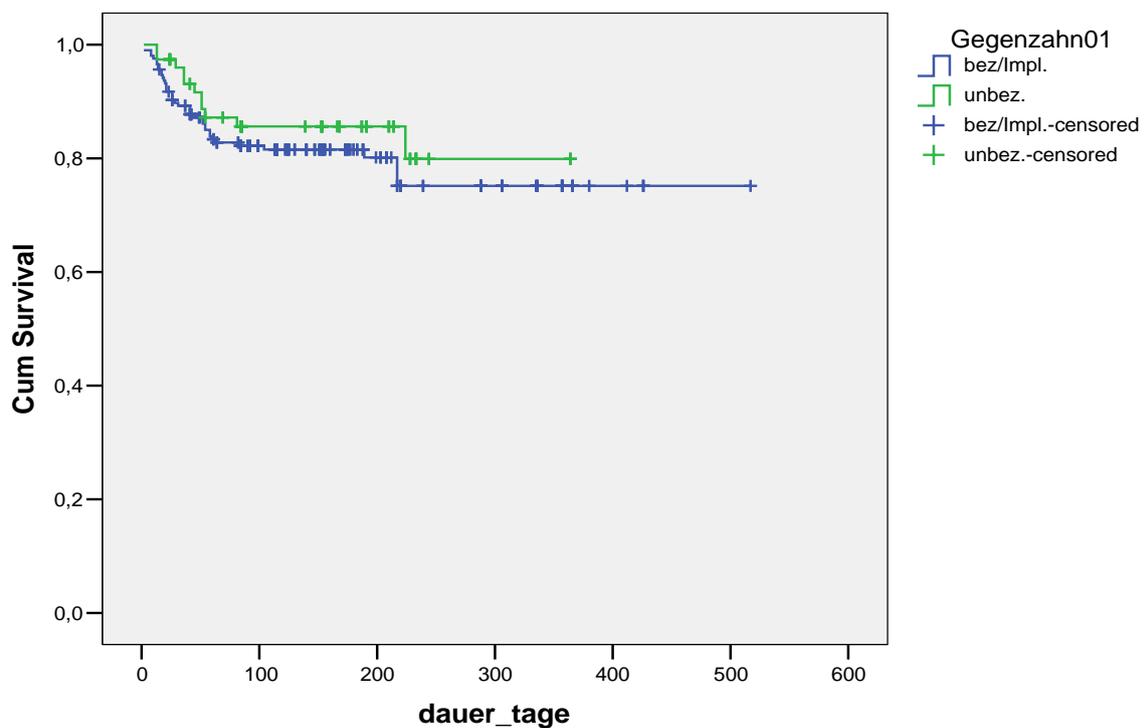
Bei unbezahntem Gegenkiefer (Unbez.) gingen 11 provisorische Implantate verloren, was einer Prozentzahl von 14,3 % entspricht. Bei bezahntem Gegenkiefer, wobei auch Gegenkiefer mit implantatgetragener Zahnersatz berücksichtigt wurden (Bez./Impl.), beträgt die Verlustrate in Prozent 19,4 % bei 40 verlorenen provisorischen Implantaten.

Bei der Auswertung der Ergebnisse mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests ergab sich ein Wert von  $p=0,318$ . Somit konnte nachgewiesen werden, dass keine Abhängigkeit des Verlustes von der Gegenbeziehung besteht. Im Anschluss erfolgt die graphische Darstellung der Ergebnisse.



**Abbildung 16: Verluste provisorischer Implantate zur Gegenbeziehung**

Die folgende Kaplan-Meier-Kurve stellt die Verluste in Bezug zum Zahnstatus des Gegenkiefers als Überlebenskurve dar.



**Abbildung 17: Kaplan-Meier-Kurve für die Gegenbeziehung**

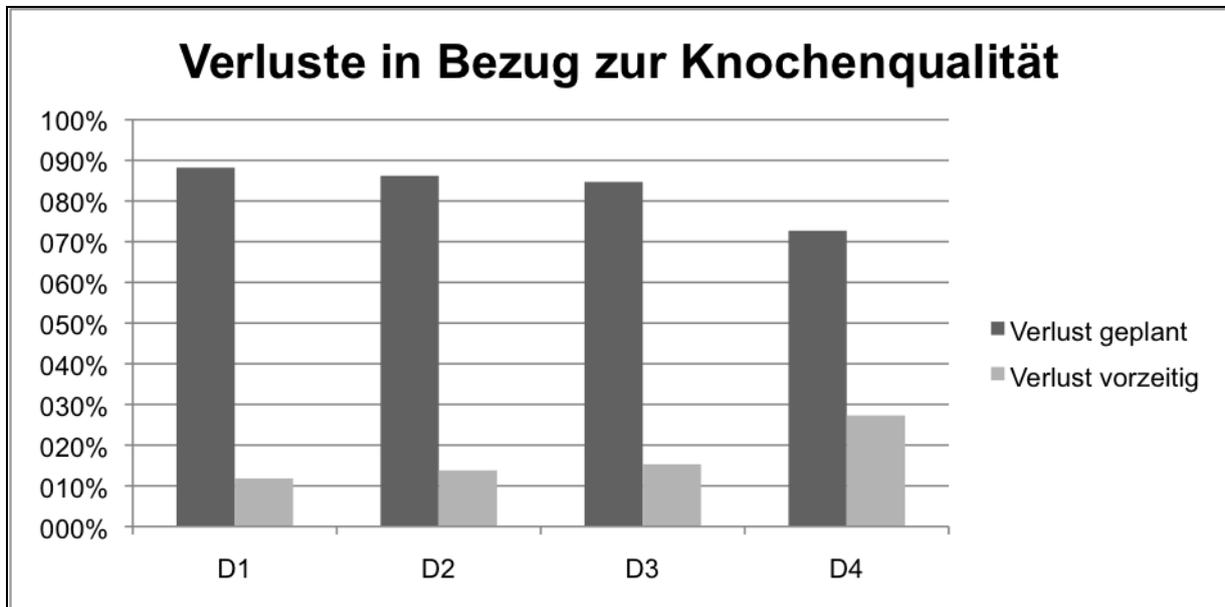
#### 4.4.3 Verluste in Bezug zur Knochenqualität

Im Anschluss ist die Kreuztabelle für die Knochenqualität in Verbindung mit den Verlusten temporärer Implantate dargestellt. Diese Untersuchung soll dazu dienen einen Zusammenhang zwischen Knochenqualität und Implantatverlust zu erkennen oder auszuschließen. Ermittelt wurden die unter D1 bis D4 eingetretenen Verluste provisorischer Implantate.

		Verlust		
		geplant	vorzeitig	Gesamt
<b>D1</b>	<b>Anzahl</b>	15	2	17
	<b>In Prozent</b>	88,2 %	11,8 %	100,0 %
<b>D2</b>	<b>Anzahl</b>	56	9	65
	<b>In Prozent</b>	86,2 %	13,8 %	100,0 %
<b>D3</b>	<b>Anzahl</b>	105	19	124
	<b>In Prozent</b>	84,7 %	15,3 %	100,0 %
<b>D4</b>	<b>Anzahl</b>	56	21	77
	<b>In Prozent</b>	72,7 %	27,3 %	100,0 %
<b>Gesamtanzahl</b>		232	51	283
<b>In Prozent</b>		82,0 %	18,0 %	100,0 %

**Tabelle 10: Verluste provisorischer Implantate bezogen auf die Knochenqualität**

Als Nächstes werden geplant sowie vorzeitig entfernte provisorische Implantate in Bezug zur Knochenqualität graphisch dargestellt.



**Abbildung 18: grafische Darstellung der Knochenqualität in Verbindung mit Verlusten provisorischer Implantate**

Die Auswertung ergab einen Wert von  $p=0,096$ . Somit besteht keine Abhängigkeit der eingetretenen Verluste von der Knochenqualität.

#### 4.4.4 Verluste in Bezug zum Implantatsystem

Die provisorischen Implantate wurden nach Insertion regelmäßig auf deren Stabilität taktil überprüft. Wurde dabei eine Lockerung festgestellt, wurde das provisorische Implantat sofort entfernt. Insgesamt wurden 245 IPI's inseriert. Von den IPI's gingen 45 vor dem geplanten Explantationszeitpunkt verloren oder mussten frühzeitig entfernt werden. 200 wurden demnach zum vorgesehenen Zeitpunkt entfernt, was einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 81,6 % entspricht.

Von den I-Plant's mussten von 38 inserierten sechs Stück vorzeitig explantiert werden, 32 blieben bis zum geplanten Termin in Funktion. Dies ergibt eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 84,2 %.

### Abbildung 19: IPI und I-Plant und deren Verluste

Nachfolgend ist die Kreuztabelle zum prozentualen Vergleich des eingetretenen Verlustes unter den beiden verschiedenen Implantatsystemen aufgeführt.

	Implantattyp		
Verlust	I-Plant	IPI	Gesamt
<b>Anzahl geplant</b>	<b>32</b>	<b>200</b>	<b>232</b>
<b>In Prozent</b>	<b>84,2 %</b>	<b>81,6 %</b>	<b>82,0 %</b>
<b>Anzahl vorzeitig</b>	<b>6</b>	<b>45</b>	<b>51</b>
<b>In Prozent</b>	<b>15,8 %</b>	<b>18,4 %</b>	<b>18,0 %</b>
<b>Gesamtanzahl</b>	<b>38</b>	<b>245</b>	<b>283</b>
<b>In Prozent</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

### Tabelle 11: Kreuztabelle für den Implantattyp

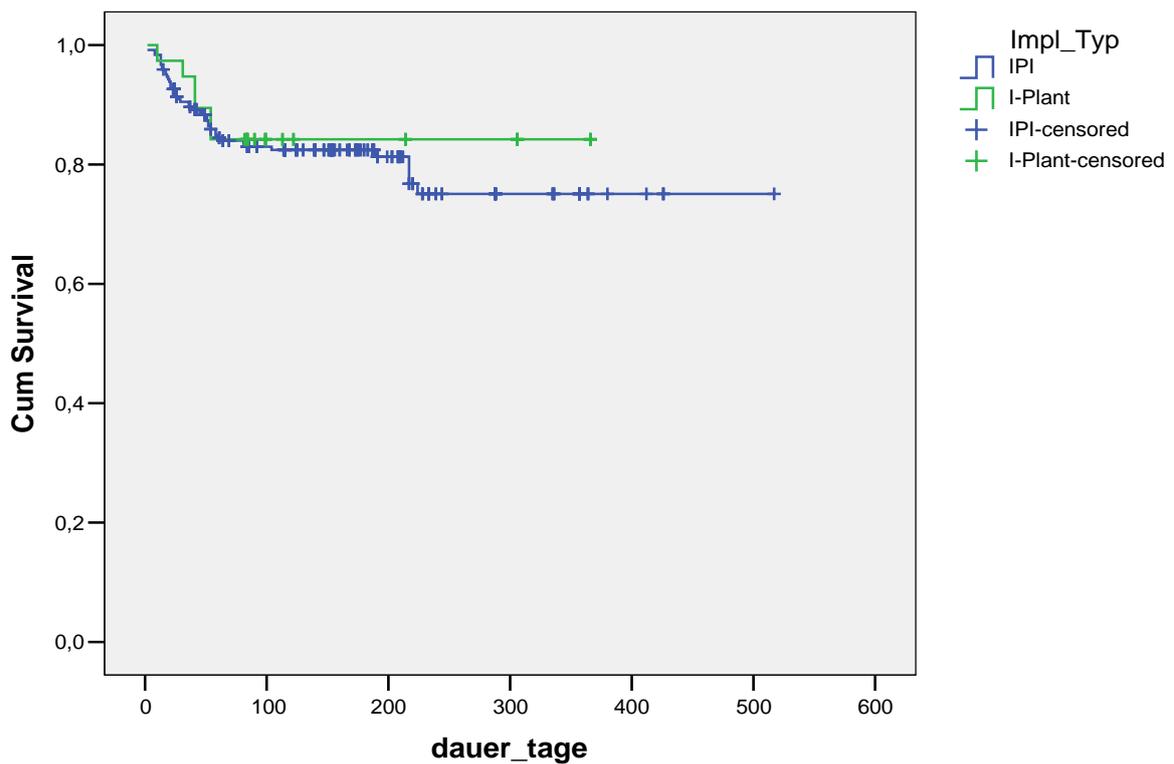
Mit dem Chi-Quadrat-Test wurde die Signifikanz für beide provisorischen Implantatsysteme überprüft. Beide Systeme wurden in Bezug auf die Verluste miteinander verglichen. Es konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ( $p=0,823$ ).

Es folgt die Kreuztabelle zur numerischen Darstellung und die Kaplan-Meier-Kurve zur Darstellung der Überlebenswahrscheinlichkeit des jeweiligen provisorischen Implantatsystem:

Implantattyp	Gesamtanzahl	Anzahl Verluste	Zensiert	
			Anzahl	Prozent

<b>I-Plant</b>	<b>38</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	<b>84,2 %</b>
<b>IPI</b>	<b>245</b>	<b>45</b>	<b>200</b>	<b>81,6 %</b>
<b>Gesamt</b>	<b>283</b>	<b>51</b>	<b>232</b>	<b>82,0 %</b>

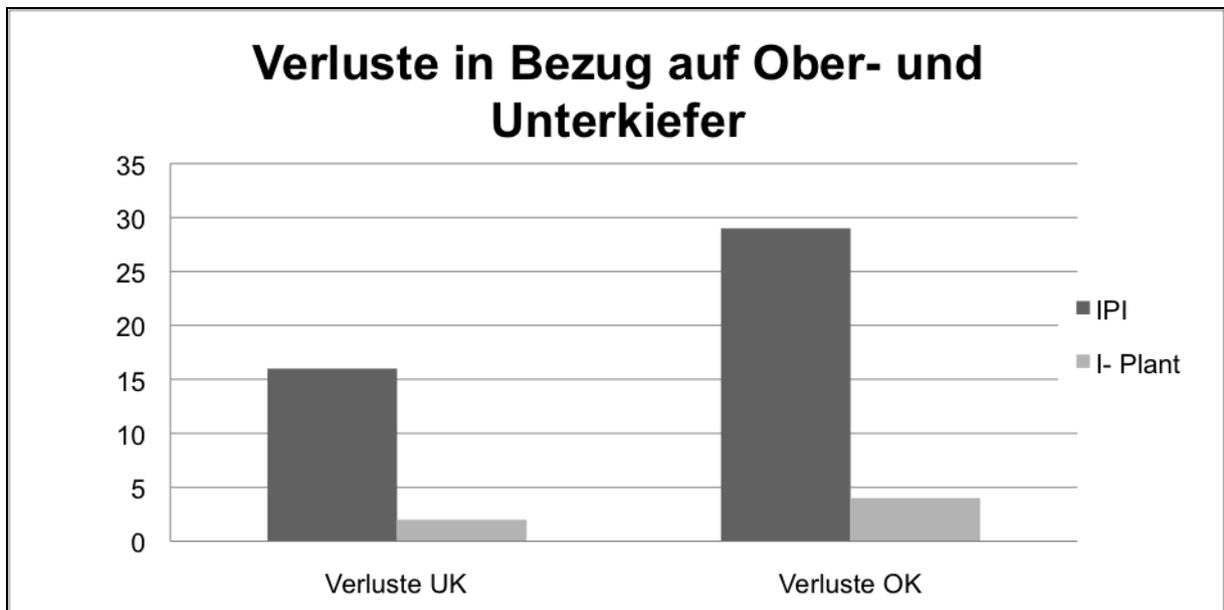
**Tabelle 12: Kreuztabelle zur Darstellung der Verluste unter den einzelnen Implantatsystemen**



**Abbildung 20: Kaplan-Meier-Kurve für die Überlebenswahrscheinlichkeit der einzelnen Implantattypen**

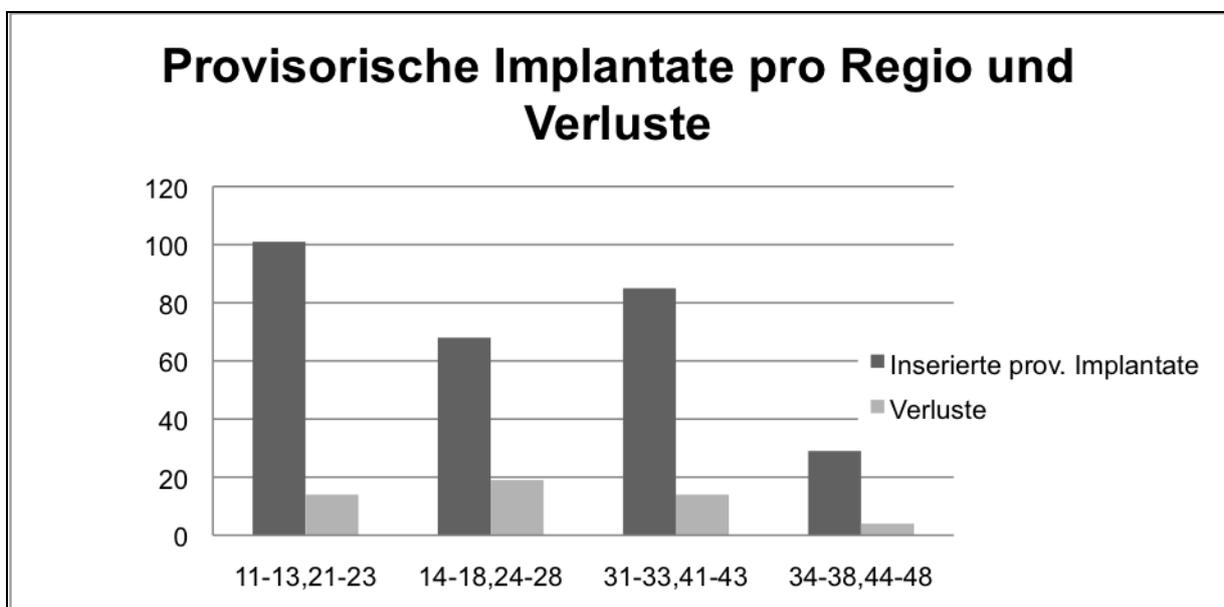
#### 4.4.5 Verluste in Bezug zur Insertionsregion

Die nachfolgende Darstellung beschreibt die eingetretenen Verluste in Bezug zu Ober- und Unterkiefer.



**Abbildung 21: Anzahl IPI und I-Plant in Ober- und Unterkiefer und Verluste**

Von 143 gesetzten IPI's im Oberkiefer gingen 29 verloren. Im Unterkiefer wurden 102 IPI's inseriert, wobei 16 vorzeitig entfernt werden mussten. Das I-Plant wurde 26 mal im Oberkiefer inseriert und vier I-Plant's gingen verloren. Im Unterkiefer wurden 12 I-Plant's gesetzt und zwei mussten vorzeitig explantiert werden.



**Abbildung 22: Pro Region inserierte provisorische Implantate in Bezug zu deren Verlusten**

In der Oberkieferfrontzahnregion, also von Eckzahn zu Eckzahn (13 bis 23) gingen 14 provisorische Implantate verloren. Dies entspricht einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 86,1 %. Im Oberkieferseitenzahnggebiet vom rechten ersten Prämolaren (14) bis zum rechten Weisheitszahn (18) und vom linken ersten Prämolaren (24) bis zum linken Weisheitszahn (28) wurden 19 provisorische Implantate vorzeitig entfernt, was einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 72,1 % entspricht. In der Unterkieferfrontzahnregion von Eckzahn zu Eckzahn (33 nach 43) gingen 14 provisorische Implantate verloren. Die Erfolgswahrscheinlichkeit beträgt 83,5 %. Im Unterkieferseitenzahnbereich vom ersten linken Prämolaren (34) bis zum Weisheitszahn (38) und vom rechten ersten Prämolaren (44) bis zum rechten Weisheitszahn (48) wurden vier provisorische Implantate frühzeitig explantiert. Hieraus ergibt sich eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 86,2 %.

Die folgende Darstellung zeigt einen Chi-Quadrat-Test zur Feststellung der Signifikanz in Bezug auf die Verluste in den verschiedenen Regionen des Ober- und Unterkiefers:

	<b>Regio</b>				
<b>Verlust</b>	<b>11-13,21-23</b>	<b>14-18,24-28</b>	<b>31-33,41-43</b>	<b>34-38,44-48</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Anzahl geplant</b>	<b>87</b>	<b>49</b>	<b>71</b>	<b>25</b>	<b>232</b>
<b>In Prozent</b>	<b>86,1 %</b>	<b>72,1 %</b>	<b>83,5 %</b>	<b>86,2 %</b>	<b>82,0 %</b>
<b>Anzahl vorzeitig</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>51</b>
<b>In Prozent</b>	<b>13,9 %</b>	<b>27,9 %</b>	<b>16,5 %</b>	<b>13,8 %</b>	<b>18,0 %</b>
<b>Gesamtanzahl</b>	<b>101</b>	<b>68</b>	<b>85</b>	<b>29</b>	<b>283</b>
<b>In Prozent</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

**Tabelle 13: Chi-Quadrat-Test für die Verluste in den einzelnen Regionen**

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Verlusten an provisorischen Implantaten und den einzelnen Regionen des Ober- und Unterkiefers konnte statistisch nicht festgestellt werden. Der p-Wert liegt bei  $p=0,102$ .

Zur genaueren Darstellung der Überlebenswahrscheinlichkeit provisorischer Implantate in den einzelnen Regionen von Ober- und Unterkiefer erfolgt die Darstellung nach Kaplan-Meier.

Es folgt die Kreuztabelle sowie im Anschluss die Kaplan-Meier-Kurve für die einzelnen Regionen in Ober- und Unterkiefer und die Anzahl der Verluste an provisorischen Implantaten.

Regio-Gruppe	Gesamt-Anzahl	Anzahl der Verluste	Zensiert	
			Anzahl	Prozent
11-13,21-23	101	14	87	86,1 %
14-18,24-28	68	19	49	72,1 %
31-33,41-43	85	14	71	83,5 %
34-38,44-48	29	4	25	86,2 %
<b>Gesamt</b>	<b>283</b>	<b>51</b>	<b>232</b>	<b>82,0 %</b>

**Tabelle 14: Kreuztabelle zur Beurteilung des Verlustes in den einzelnen Regionen**

#### 4.4.6 Verluste in Bezug zur Primärstabilität

Der prozentuale Anteil der Verluste in Abhängigkeit zur Primärstabilität wurde mit der folgenden Kreuztabelle dargestellt.

		<b>Primär-Stabilität</b>		
<b>Verlust</b>	<b>gut</b>	<b>aus-reichend</b>	<b>un-genügend</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Anzahl geplant in Prozent</b>	<b>52</b> <b>100,0 %</b>	<b>132</b> <b>85,2 %</b>	<b>48</b> <b>63,2 %</b>	<b>232</b> <b>82,0 %</b>
<b>Anzahl vorzeitig in Prozent</b>	<b>0</b> <b>0 %</b>	<b>23</b> <b>14,8 %</b>	<b>28</b> <b>36,8 %</b>	<b>51</b> <b>18,0 %</b>
<b>Gesamtanzahl</b>	<b>52</b> <b>100,0 %</b>	<b>155</b> <b>100,0 %</b>	<b>76</b> <b>100,0 %</b>	<b>283</b> <b>100,0 %</b>

**Tabelle 15: Kreuztabelle für die prozentuale Darstellung der Primärstabilität**

Es besteht laut Chi-Quadrat-Test eine Abhängigkeit der Verluste in Bezug zur Primärstabilität ( $p < 0,001$ ). Daher wurden mittels des Verfahrens der binären logistischen Regression die Risiken (Odds Ratios) der provisorischen Implantate mit ausreichender, beziehungsweise schlechter Primärstabilität gegenüber den provisorischen Implantaten mit guter Primärstabilität (Referenzgruppe) berechnet.

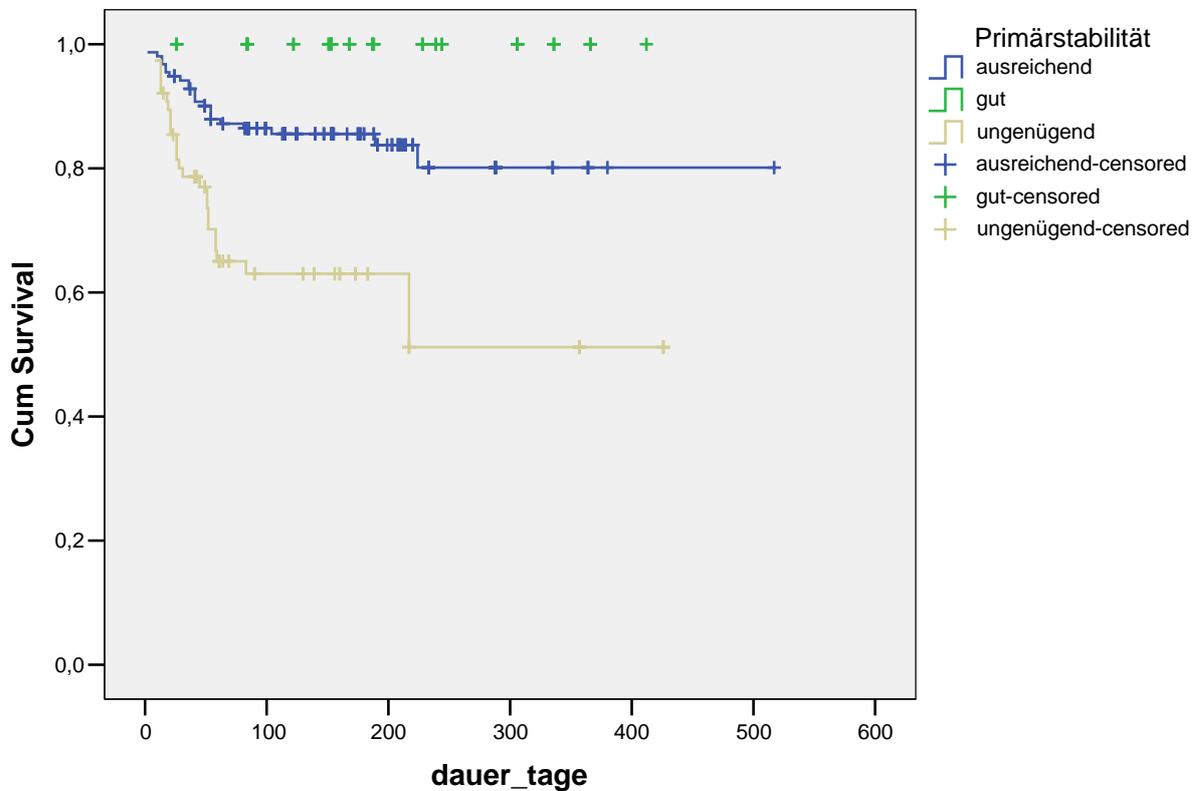
<b>Primärstabilität</b>	<b>Odds Ratio</b>	<b>Untergrenze 95% CI.</b>	<b>Obergrenze 95% CI.</b>	<b>P Wert</b>
<b>ausreichend vs. gut</b>	<b>18.6226</b>	<b>2.50382</b>	<b>2380.19</b>	<b>0.0009</b>
<b>ungenügend vs. gut</b>	<b>61.7010</b>	<b>8.24494</b>	<b>7897.39</b>	<b>&lt;.0001</b>

**Tabelle 16: Odds Ratio zur Überprüfung der Primärstabilität**

Es folgt die Kreuztabelle und die Darstellung der Überlebenswahrscheinlichkeit mit Hilfe der Kaplan-Meier-Kurven.

<b>Primärstabil</b>	<b>Gesamt- anzahl</b>	<b>Anzahl der Verluste</b>	<b>zensiert</b>	
			<b>Anzahl</b>	<b>Prozent</b>
<b>gut</b>	<b>52</b>	<b>0</b>	<b>52</b>	<b>100,0 %</b>
<b>ausreichend</b>	<b>155</b>	<b>23</b>	<b>132</b>	<b>85,2 %</b>
<b>ungenügend</b>	<b>76</b>	<b>28</b>	<b>48</b>	<b>63,2 %</b>
<b>Overall</b>	<b>283</b>	<b>51</b>	<b>232</b>	<b>82,0 %</b>

**Tabelle 17: Kreuztabelle zur Aufführung der Daten der Primärstabilität**



**Abbildung 23: Kaplan-Meier-Kurve für die Primärstabilität**

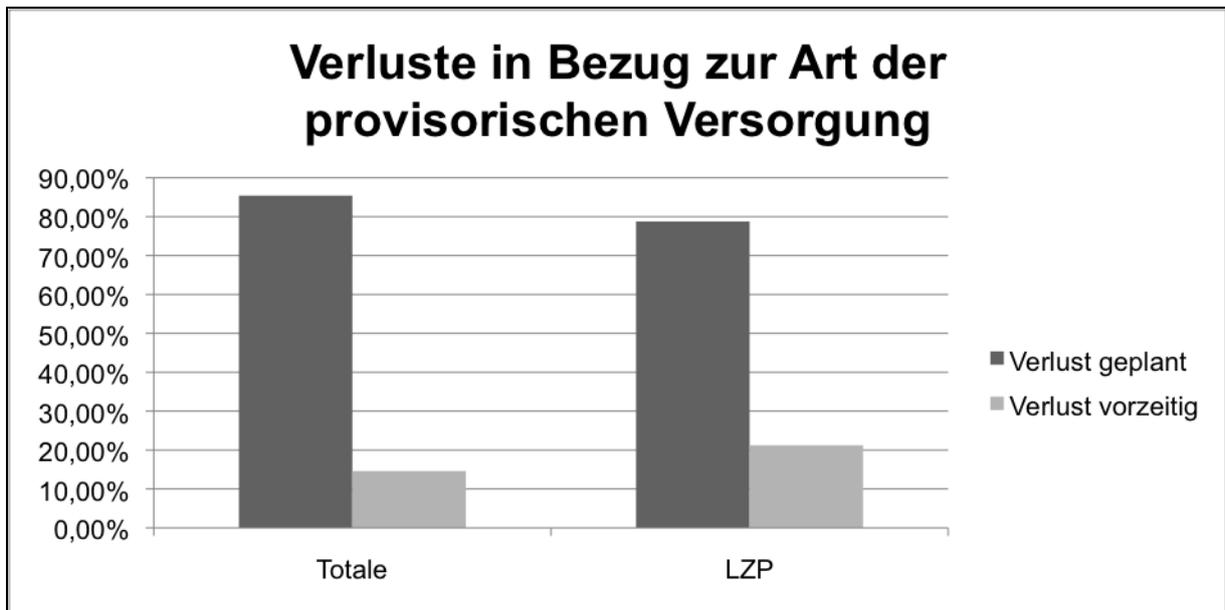
Demnach ist das Risiko des Verlustes eines provisorischen Implantats bei ausreichender Primärstabilität 18,6 mal höher als bei einem provisorischen Implantat mit guter Primärstabilität. Das Risiko bei schlechter Primärstabilität steigt um das 61,7 fache im Vergleich zu provisorischen Implantaten, welche mit guter Primärstabilität inseriert werden konnten. Das 95 prozentige Konfidenzintervall liegt beim Vergleich ausreichende versus gute Primärstabilität zwischen 2,5 und 2380.

#### 4.4.7 Provisorische prothetische Versorgung in Bezug zu Verlusten provisorischer Implantate

Von 137 provisorischen Implantaten, die mit einer Totalprothese versorgt wurden, gingen 20 verloren. Dies entspricht einer Verlustrate von 14,6 %. Von 146 provisorischen Implantaten, welche mit Hilfe eines Schalenlangzeitprovisoriums

versorgt wurden, war bei 31 provisorischen Implantaten ein Verlust zu verzeichnen. Daraus lässt sich eine Verlustrate von 21,2 % ableiten.

Im Anschluss ist die graphische Darstellung der Verluste in Bezug zur provisorischen Versorgung aufgeführt.



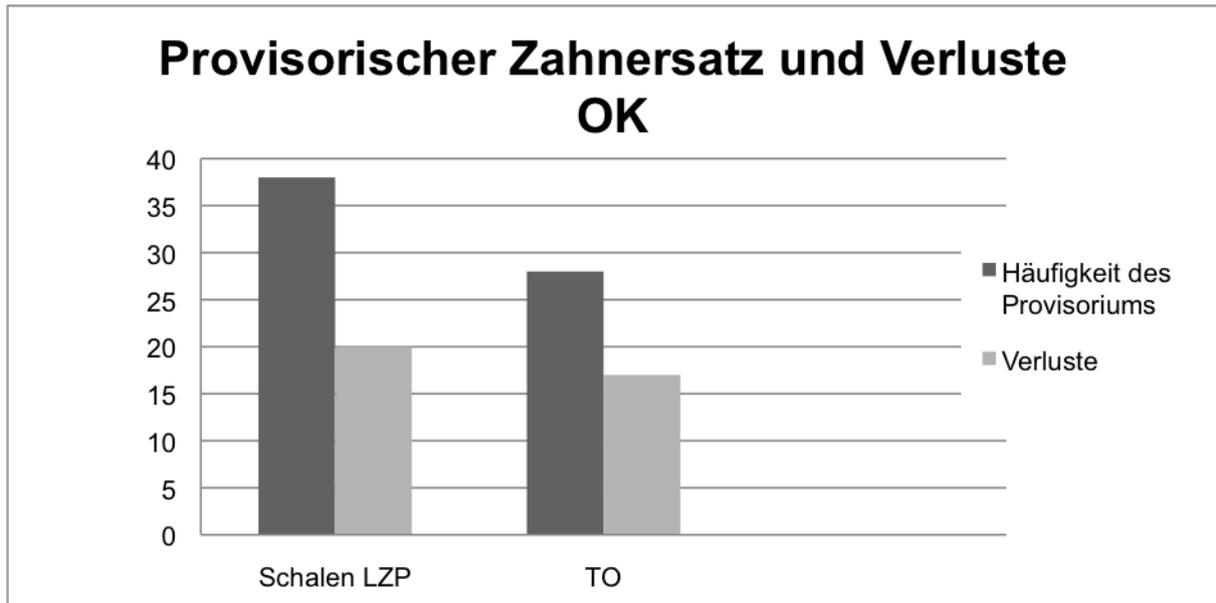
**Abbildung 24: Prozentualer Anteil der beiden verwendeten provisorischen Versorgungungen in Bezug zu den Verlusten provisorischer Implantate**

Es folgt die prozentuale Darstellung des jeweils verwendeten provisorischen Zahnersatzes bezogen auf darunter aufgetretene Verluste, sowie die graphische Darstellung mittels eines Balkendiagramms.

<b>Verlust</b>	<b>Totale</b>	<b>LZP</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Anzahl geplant</b>	<b>117</b>	<b>115</b>	<b>232</b>
<b>In Prozent</b>	<b>85,4 %</b>	<b>78,8 %</b>	<b>82,0 %</b>
<b>Anzahl vorzeitig</b>	<b>20</b>	<b>31</b>	<b>51</b>
<b>In Prozent</b>	<b>14,6 %</b>	<b>21,2 %</b>	<b>18,0 %</b>
<b>Gesamtanzahl</b>	<b>137</b>	<b>146</b>	<b>283</b>
<b>In Prozent</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

**Tabelle 18: Kreuztabelle zur Überprüfung des provisorischen Zahnersatzes**

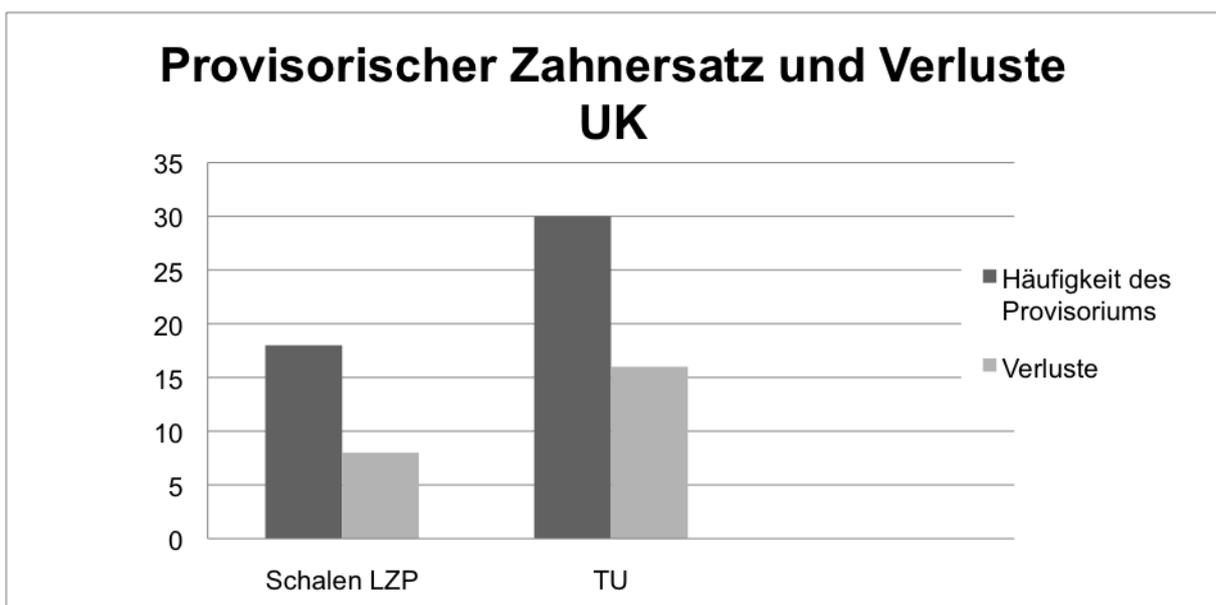
20 Patienten mit einer Totalprothese im Oberkiefer (TO) als Provisorium hatten Verluste der temporären Implantate zu beklagen. Bei 17 Patienten mit einem Schalenlangzeitprovisorium im Oberkiefer trat der Verlust mindestens eines temporären Implantates ein. Hier die für den Oberkiefer verwendeten prothetischen Lösungen mit den entsprechenden Verlusten.



**Abbildung 25: Provisorische Versorgung im Oberkiefer und Verluste**

Im Anschluss werden die für den Unterkiefer verwendeten provisorischen prothetischen Versorgung in Bezug zu den bei dem jeweiligen Zahnersatz zu beklagenden Verlusten in Diagrammform aufgelistet.

Bei 16 Patienten mit einer Totalprothese im Unterkiefer (TU) waren Verluste zu beklagen. Bei acht Patienten mit einem Schalenlangzeitprovisorium im Unterkiefer gingen provisorische Implantate zu Verlust.



**Abbildung 26: Provisorische Versorgung im Unterkiefer und Verluste**

Die Überprüfung, ob ein signifikanter Unterschied besteht zwischen vorzeitigem Verlust und provisorischer prothetischer Versorgung, wurde mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests durchgeführt. Hier konnte in Bezug auf die provisorische prothetische Versorgung mit dem Wert  $p=0,147$  keine Signifikanz nachgewiesen werden.

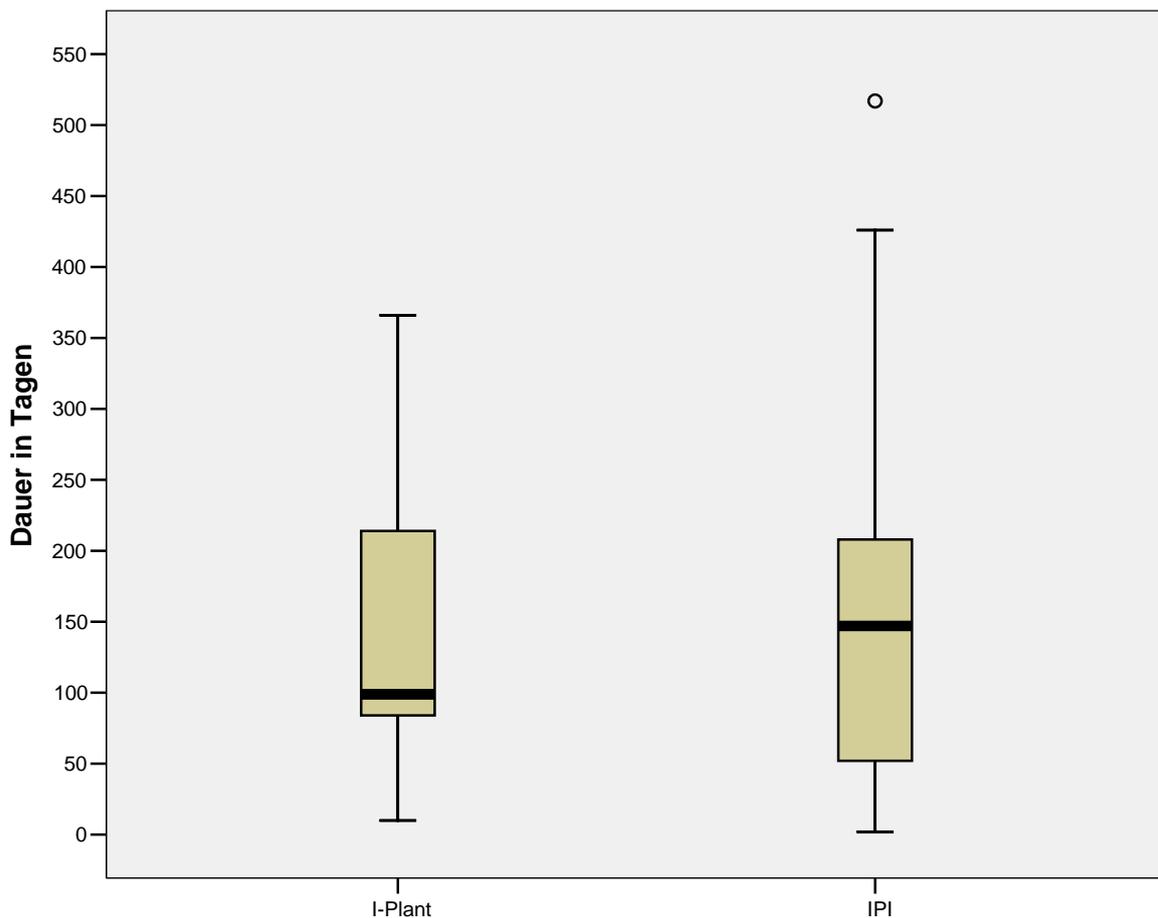
#### 4.5 Verweildauer der provisorischen Implantate

Die Tabelle zeigt die mittlere Verweildauer der provisorischen Implantate bis zur Explantation.

<b>I-Plant</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Wert</b>	<b>38</b>
		<b>Nicht gewertete</b>	<b>0</b>
	<b>Mittelwert</b>		<b>151,68</b>
	<b>Standardabweichung</b>		<b>111,584</b>
	<b>Minimum</b>		<b>10</b>
	<b>Maximum</b>		<b>366</b>
	<b>Prozente</b>	<b>25</b>	<b>84,00</b>
		<b>50</b>	<b>99,00</b>
		<b>75</b>	<b>237,00</b>
	<b>IPI</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Wert</b>
		<b>Nicht gewertete</b>	<b>0</b>
<b>Mittelwert</b>			<b>145,98</b>
<b>Standardabweichung</b>			<b>103,974</b>
<b>Minimum</b>			<b>2</b>
<b>Maximum</b>			<b>517</b>
<b>Prozente</b>		<b>25</b>	<b>51,50</b>
		<b>50</b>	<b>147,00</b>
		<b>75</b>	<b>208,00</b>

**Tabelle 19: Verweildauer der provisorischen Implantate in Tagen**

Hierbei wurden alle gesetzten provisorischen Implantate berücksichtigt. Der Mittelwert beträgt für die provisorischen Implantate vom I-Plant System 151,68 Tage. Die kürzeste Verweildauer beträgt 10 Tage, die längste Verweildauer 366 Tage. Nach 99 Tagen waren 50 % der inserierten Implantate explantiert. Der Mittelwert aller gesetzten provisorischen Implantate vom IPI System beträgt 145,98 Tage. Die kürzeste Verweildauer beträgt zwei Tage und die längste Verweildauer 517 Tage, da zu diesem Zeitpunkt erst die definitive prothetische Versorgung eingegliedert wurde. 50 % der IPI's waren nach 147 Tagen explantiert. Nachfolgend wird die Verweildauer der beiden verschiedenen provisorischen Implantatsysteme in Tagen mit Hilfe eines Box-Plot-Diagramms dargestellt.



**Abbildung 27: Verweildauer aller provisorischen Implantate in Tagen**

Im Anschluss werden die provisorischen Implantate geteilt nach geplanter Explantation und vorzeitigem Verlust betrachtet und tabellarisch erfasst.

<b>Geplant</b>		<b>Anzahl</b>	<b>Wert</b>	<b>32</b>
			<b>Nicht gewertete</b>	<b>0</b>
		<b>Mittelwert</b>		<b>172,91</b>
		<b>Standardabweichung</b>		<b>108,962</b>
		<b>Minimum</b>		<b>82</b>
		<b>Maximum</b>		<b>366</b>
		<b>Prozente</b>	<b>25</b>	<b>84,00</b>
			<b>50</b>	<b>106,00</b>
			<b>75</b>	<b>306,00</b>
	<b>IPI</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Wert</b>	<b>200</b>
			<b>Nicht gewertete</b>	<b>0</b>
		<b>Mittelwert</b>		<b>166,71</b>
		<b>Standardabweichung</b>		<b>100,386</b>
		<b>Minimum</b>		<b>15</b>
		<b>Maximum</b>		<b>517</b>
		<b>Prozente</b>	<b>25</b>	<b>85,00</b>
			<b>50</b>	<b>153,50</b>
			<b>75</b>	<b>215,75</b>

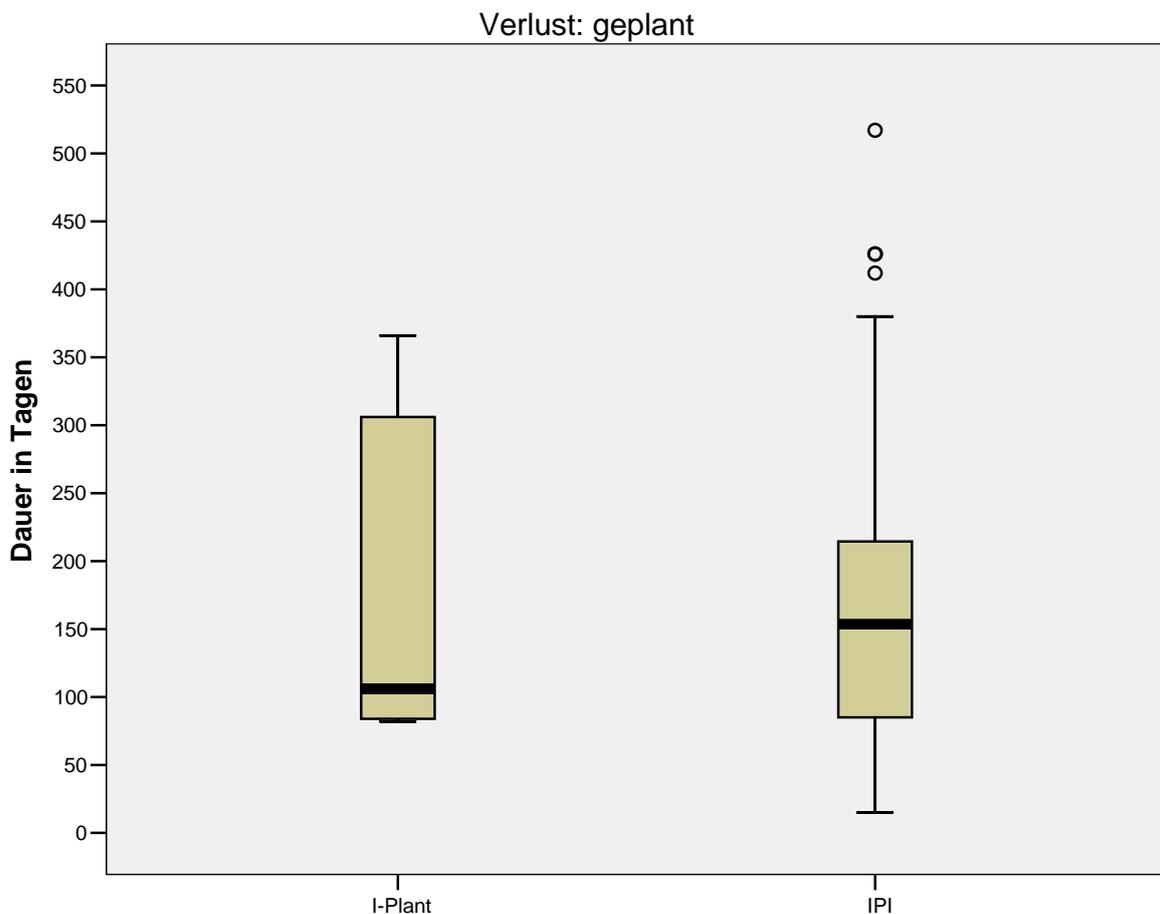
**Tabelle 20: Geplant entfernte provisorische Implantate und deren Verweildauer**

<b>Vorzeitig</b>	<b>I-Plant</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Wert</b>	<b>6</b>
			<b>Nicht gewertete</b>	<b>0</b>
		<b>Mittelwert</b>		<b>38,50</b>
		<b>Standardabweichung</b>		<b>16,502</b>
		<b>Minimum</b>		<b>10</b>
		<b>Maximum</b>		<b>54</b>
		<b>Prozente</b>	<b>25</b>	<b>25,75</b>
			<b>50</b>	<b>41,00</b>
			<b>75</b>	<b>54,00</b>
		<b>IPI</b>	<b>IPI</b>	<b>Anzahl</b>
	<b>Nicht gewertete</b>			<b>0</b>
<b>Mittelwert</b>				<b>53,89</b>
<b>Standardabweichung</b>				<b>61,213</b>
<b>Minimum</b>				<b>2</b>
<b>Maximum</b>				<b>224</b>
<b>Prozente</b>	<b>25</b>			<b>17,00</b>
	<b>50</b>			<b>29,00</b>
	<b>75</b>			<b>58,00</b>

**Tabelle 21: Vorzeitig entfernte provisorische Implantate und deren Verweildauer**

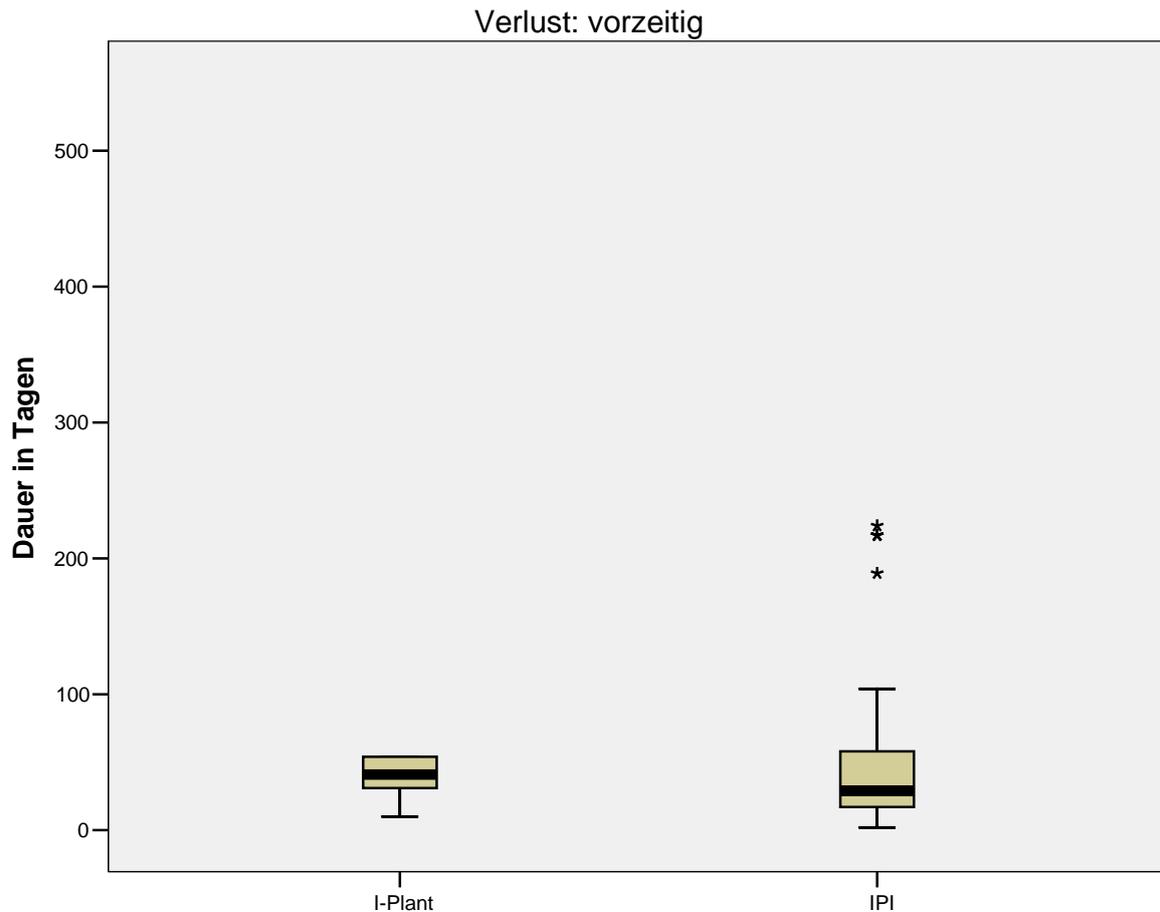
Der Mittelwert der zum geplanten Zeitpunkt entfernten I-Plant's beträgt 172,91 Tage. Die früheste geplante Explantation wurde nach 82 Tagen durchgeführt. Die längste Verweildauer bei geplanter Explantation beträgt 366 Tage. 50% der geplant entfernten I-Plants waren nach 106 Tagen explantiert. Bei den IPI's beträgt der Mittelwert der geplant entfernten provisorischen Implantate 166,71 Tage. Die früheste geplante Explantation erfolgte nach 15 Tagen, die längste Verweildauer beträgt 517 Tage. Nach 153,50 Tagen waren noch 50 % der inserierten IPI's in situ. Der Mittelwert der vorzeitig entfernten I-Plants beträgt 38,50 Tage. Nach 10 Tagen musste das erste provisorische Implantat entfernt werden, das letzte wurde nach 54

Tagen vorzeitig explantiert. Nach 41 Tagen waren 50 % der vorzeitig explantierten provisorischen Implantate entfernt. Der Mittelwert der frühzeitig entfernten IPI's beträgt 53,89 Tage, wobei das erste IPI bereits nach 2 Tagen entfernt wurde. Das letzte provisorische Implantat vom IPI System wurde nach 224 Tagen entfernt. Nach 58 Tagen waren noch 50 % der unplanmäßig entfernten IPI's inseriert. Es folgt die graphische Darstellung der geplant entfernten provisorischen Implantate.



**Abbildung 28: Box-Plot-Diagramm zur graphischen Darstellung der Verweildauer in Tagen bei den geplant entfernten provisorischen Implantaten**

In der nächsten Graphik werden die vorzeitig entfernten provisorischen Implantate aufgeführt.



**Abbildung 29: Box-Plot-Diagramm zur graphischen Darstellung der Verweildauer in Tagen bei den vorzeitig entfernten provisorischen Implantaten**

Wenn der Verlust eines provisorischen Implantats eingetreten ist, dann ereignete sich dieser Verlust in den ersten 3 Monaten. Die Wahrscheinlichkeit ein provisorisches Implantat in den ersten 60 Tagen zu verlieren, beträgt 15 %. Drei provisorische Implantate vom Typ IPI wurden nach 6 Monaten entfernt. Ein Unterschied zwischen den beiden verschiedenen Implantatsystemen konnte statistisch nicht nachgewiesen werden.

Die Explantation erfolgte in allen Fällen ohne Komplikationen mit dem jeweiligen vom Hersteller empfohlenen Instrumentarium.

## **5. Diskussion**

Bestandteil dieser Untersuchung war die Ermittlung des Erfolgs sowie die Identifikation potentieller Einflussfaktoren auf den Erfolg der Versorgung mittels zweier provisorischer Implantatsysteme.

Provisorische Implantate können helfen, eine gut sitzende provisorische Versorgung während der Einheilphase definitiver Implantate oder nach augmentativen Maßnahmen zu realisieren, zumal eine solche Versorgung von Patienten zunehmend als positiv empfunden und auch gewünscht wird (KRENNMAIR ET AL. 2003, WEINLÄNDER ET AL. 2003). Dadurch gelangen Verfahren, die eine schneller einsetzbare und komfortablere prothetische Versorgung ermöglichen können, in den Fokus des wissenschaftlichen Interesses. Die zügige Rehabilitation des Patienten steht dabei im Vordergrund (SCHERMER 2008). Die Sofortversorgung von definitiven Implantaten wird aus diesem Grund immer häufiger angestrebt und kann dem Patienten den erwünschten Komfort ermöglichen. Eine Sofortversorgung ist aus verschiedenen Gründen jedoch nicht immer möglich und ihr Erfolg bislang noch nicht ausreichend wissenschaftlich belegt (PETRUNGARO 1997, NKENKE ET AL. 2003, LORENZONI ET AL. 2003, ROMANOS 2004, FROUM ET AL. 2005). Heutzutage wird häufiger in Situationen, welche vor einigen Jahren noch als ungünstig oder ungeeignet bewertet wurden, implantiert und sofort belastet, um dem Patienten den Komfort bieten zu können (JIMÉNEZ-LOPÉZ 2005). Dadurch können Misserfolge provoziert werden (ROMANOS 2004).

Um diese Misserfolge zu vermeiden und in Fällen, in denen eine Sofortbelastung definitiver Implantate nicht möglich ist, können provisorische Implantate indiziert sein. Provisorische Implantate können dabei als Verankerung einer Interimsversorgung Verwendung finden. Sie sind sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer dafür geeignet, dem Patienten eine Sofortversorgung mit implantatgetragem Zahnersatz zu gewährleisten (GROENENDIJK 2003). Provisorische Implantate können somit eine Alternative zur herkömmlichen provisorischen Versorgung oder zur Prothesenkarenz darstellen. Die Verwendung provisorischer Implantate ermöglicht die Eingliederung von implantatgestütztem Zahnersatz auch unmittelbar nach umfangreichen chirurgischen Maßnahmen sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer (SCHUPPAN 2000, LEE ET AL. 2005). Diese chirurgischen Maßnahmen können augmentative Verfahren, Implantationen oder eine Kombination dieser

umfassen. Durch den Einsatz provisorischer Implantate soll eine frühzeitige und inadäquate Belastung der Knochenersatzmaterialien, des Knochentransplantates, der definitiven Implantate sowie der bedeckenden Weichteile durch die provisorische Versorgung vermieden werden. Eine belastungsfreie und ungestörte Osseointegration wird somit unterstützt (TARNOW ET AL. 1997, JAFFIN ET AL. 2000, SCHUPPAN 2000, SIMON 2002). Ästhetik, Phonetik sowie Funktion des provisorischen Zahnersatzes können durch provisorische Implantate verbessert werden (RAVASINI/ MARINELLO 2002). Die Gefahr einer vorzeitigen Exposition der Knochenersatzmaterialien beziehungsweise Knochentransplantate und der definitiven Implantate durch Perforation der Schleimhaut im Bereich der augmentierten Bereiche zur Mundhöhle und deren bakterieller Flora können durch den Einsatz provisorischer Implantate ebenso verringert werden, wie der Effekt der traumatisch bedingten Transplantatlockerung und Transplantatatrophy durch ein schleimhautgetragenes Provisorium (SCHUPPAN 2000). Provisorische Implantate übernehmen hierbei die sofortige Stützfunktion für die temporäre Übergangsversorgung (SCHUPPAN 2000, WOLF 2002).

In der vorliegenden Studie wurden zwei unterschiedliche provisorische Implantatsysteme untersucht. Die provisorischen Implantatsysteme unterscheiden sich hauptsächlich im Implantatdesign. Das Immediate Provisional Implant von der Firma Nobel Biocare zählt zu den einteiligen Implantatsystemen, während das I-Plant von der Firma Unor als zweiteiliges Implantatsystem zur Verfügung steht. Das Immediate Provisional Implant System weist einen biegbaren Implantatkopf auf, durch den die Korrektur von Implantatachse und Einschubrichtung ermöglicht werden soll (IPI-HANDBUCH 2003). Die Handhabung kann durch diese Eigenschaft erleichtert werden. Das I-Plant ist ein zweiteiliges Implantatsystem und ermöglicht somit dem Behandler die Verwendung verschiedener Abutments zur Verankerung des provisorischen Zahnersatzes (INFORMATIONSBROSCHÜRE I-PLANT 2006). Kugel- oder konusförmige Abutments stehen dem Behandler dabei zur Verfügung.

In der statistischen Auswertung wurde die Verlustrate der beiden provisorischen Implantatsysteme untersucht. Obwohl die Verlustrate des Immediate Provisional Implant Systems die des I-Plant Systems im Rahmen der Untersuchung geringfügig übersteigt, kann kein statistischer Nachweis für den größeren Erfolg eines der beiden verwendeten Implantatsysteme erbracht werden. Die im Rahmen dieser Studie

geringere Fallzahl verwendeter I-Plant Implantate wurde bei der statistischen Auswertung berücksichtigt.

Die Patientenevaluation für die vorliegende Studie begann mit der Erhebung der allgemeinen Anamnese. Dabei wurden die Patienten zu bestehenden Allgemeinerkrankungen und Lebensgewohnheiten, welche sich negativ auf den geplanten operativen Eingriff auswirken könnten befragt und allgemeingültige Ausschlusskriterien befolgt. Die Erhebung der allgemeinen Anamnese ist vor chirurgischen Eingriffen essentiell und muss stets durchgeführt werden, damit eine Gefährdung des Operationserfolgs verhindert werden kann (LORENZONI ET AL. 2003, ROCCI ET AL. 2003, BLOCK ET AL. 2004).

Im Hinblick auf den Konsum von Nikotin wurde bereits in anderen Studien belegt, dass die Komplikationsgefahr in der Implantologie erhöht sein kann und Misserfolge vermehrt eintreten können (KRONSTRÖM ET AL. 2001, ROCCI 2003, BAIG/ RAJAN 2007, BALSHE ET AL. 2008). In der vorliegenden Studie wurden daher starke Raucher (>10 Zigaretten pro Tag) ausgeschlossen. Zum Einfluss des Geschlechts finden sich in der Literatur im Hinblick auf die Verlustrate provisorischer Implantate kaum Angaben. Andere Studien untersuchen den Einfluss des Geschlechts auf die Beschaffenheit des Kieferknochens und den Einfluss auf den Erfolg definitiver Implantate (LEGEROS/ CRAIG 1993, KRONSTRÖM ET AL. 2001, BORNSTEIN ET AL. 2008, HUYNH-BA ET AL. 2008). Snauwaert et al. demonstrieren den Zusammenhang zwischen Geschlecht der Patienten und der Verlustrate definitiver Implantate (SNAUWAERT ET AL. 2000). Das Geschlecht konnte dabei nicht mit dem Verlust definitiver Implantate in Verbindung gebracht werden. Eine Untersuchung von Nelson et al. bestätigt diese Aussage (NELSON ET AL. 2008). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen die Vermutung zu, dass das Geschlecht auch bei provisorischen Implantaten keinen signifikanten Einfluss auf den Implantationserfolg hat.

Im Anschluss an die Erhebung der allgemeinen Anamnese wurde eine klinische und radiologische Untersuchung des Mund-,Kiefer- und Gesichtsbereiches durchgeführt. Dabei wurde unter anderem der Atrophiegrad des noch vorhandenen Kieferknochens gemäß der Einteilung von Lekholm und Zarb bestimmt (LEKHOLM/ ZARB 1985). Aufgrund der hohen Anzahl an bereits zahnlosen oder partiell zahnlosen Patienten war in den meisten Fällen die Atrophie des Kieferknochens bereits deutlich fortgeschritten, also C bis E nach Lekholm und Zarb (LEKHOLM/

ZARB 1985). In einer Studie von Tolstunov wird beschrieben, dass die Blutversorgung des Kiefers bei zahnlosen Patienten nicht mehr vergleichbar ist mit der Blutversorgung des Kiefers bei bezahnten Patienten, da die kleineren Gefäße aus den Ästen der Arteria alveolaris inferior zu den Zähnen, zum Zahnhalteapparat und zum umliegenden Knochen durch die Extraktion weitestgehend zerstört werden (TOLSTUNOV 2007). Dadurch kommt es laut Tolstunov zu einer ischämisch bedingten Knochenatrophie. Schropp und Isidor geben wie auch Luckey an, dass die Atrophie des alveolären Knochens in den ersten Jahren nach Zahnextraktion am weitesten fortschreitet, dass bereits nach kurzer Zeit das Knochenangebot für eine Implantation nicht mehr ausreichend sein kann und somit eine Augmentation durchgeführt werden muss (LUCKEY 2007, SCHROPP/ ISIDOR 2008). Der Langzeiterfolg von definitiven Implantaten, welche in augmentierten Knochen eingesetzt wurden, ist bereits belegt (CHEN ET AL. 2004, DEGIDI/ PIATTELLI 2005, NELSON ET AL. 2006). Das Augmentat sollte vor Kaudruckbelastungen geschützt werden, die ansonsten zum Verlust führen können (SCHUPPAN 2000, SCHERMER 2008). Bei einigen Patienten dieser Studie wurde auf augmentative Maßnahmen zurückgegriffen (BOYNE 1980, HOTZ 1991, AGIURRE ET AL. 2007, DEGIDI ET AL. 2008). Verschiedene Autoren nennen als Voraussetzung für die Osseointegration definitiver Implantate in Kombination mit einer Augmentation eine ungestörte und belastungsfreie Einheilphase (BRÅNEMARK ET AL. 1977, DONATH ET AL. 1992). Belastungen durch Mastikation können durch den Einsatz provisorischer Implantate in der Einheilphase von den definitiven Implantaten und dem Augmentat ferngehalten werden (KHOURY/ HAPPE 2001, IEZZI ET AL. 2007, LUCKEY 2007).

Die Platzierung der provisorischen Implantate kann bei gleichzeitigem Einbringen der definitiven Implantate gelegentlich problematisch sein, da ausreichender Platz für die definitiven Implantate zur Verfügung stehen muss um eine störungsfreie Osseointegration zu ermöglichen (FROUM ET AL. 1998). Im Idealfall soll ein Abstand zum Nachbarimplantat, egal ob es sich um ein provisorisches oder definitives Implantat handelt, von 3 mm gewahrt werden (TARNOW ET AL. 1992), wobei laut Schermer ein definierter Mindestabstand in der Praxis schwer umsetzbar erscheint (SCHERMER 2008).

Die beiden verwendeten Implantatsysteme benötigen durch die jeweils unterschiedliche Implantatlänge eine andere Insertionstiefe. Für die Verwendung des IPI Systems ist mindestens eine Knochenhöhe von der Länge des provisorischen

Implantatsystems von 14 mm notwendig. Ist diese nicht vorhanden, besteht eine Kontraindikation für das Immediate Provisional Implant System (IPI HANDBUCH 2003). Das I-Plant System kann aufgrund seiner Länge von 9 mm auch mit ausreichender Stabilität bei etwas geringerem Knochenangebot inseriert werden. Daher ist bei Patienten mit geringem quantitativem Knochenangebot eine vorherige radiologische Auswertung angezeigt, um die Insertionsregion der provisorischen Implantate sinnvoll zu planen (GROENENDIJK 2003).

Vorangegangene Untersuchungen zeigten einen Zusammenhang zwischen der Erfolgsrate von sowohl definitiven, als auch provisorischen Implantaten und der Knochenqualität (STEFLIK ET AL. 1996, PETRUNGARO 1997, ZUBERY ET AL. 1999, DEGIDI ET AL. 2008). Zur Beurteilung der Knochenqualität kam in dieser Studie die Einteilung nach Misch zur Anwendung (MISCH 1999). Schon die Ergebnisse von Brånemark et al. beschreiben eine Abhängigkeit der Osseointegration definitiver Implantate von der Knochenqualität (BRÅNEMARK ET AL. 1977). Die Beschaffenheit des Knochens, seine Härte und Struktur sind für den festen Sitz und die dauerhafte Osseointegration von definitiven Implantaten ein wichtiges Kriterium (CHIAPASCO ET AL. 1997, MISCH 1999, NORTON/ GAMBLE 2001). Weitere Studien konnten einen Zusammenhang zwischen der Knochenqualität und einem vorzeitigen Verlust von definitiven Implantaten nachweisen (ALBREKTSSON ET AL. 1981, FRIBERG ET AL. 1999). Shapurian et al. und Simon zeigen einen Zusammenhang zwischen der Knochenqualität und der Überlebenswahrscheinlichkeit auch bei provisorischen Implantaten (SIMON 2002, SHAPURIAN ET AL. 2006). In der vorliegenden Studie zeigt die Knochenqualität eine Verteilung im Bereich D2, D3 und D4 nach Misch. Beide in dieser Studie verwendeten provisorischen Implantatsysteme wiesen keine erhöhte Verlustrate bei einer Knochendichte von D3 oder D4 auf. Die statistische Auswertung konnte keine signifikante Abhängigkeit zwischen der Knochenqualität und dem Verlust provisorischer Implantate nachweisen. Die Ergebnisse anderer Studien konnten somit durch diese Untersuchung nicht bestätigt werden.

Bei der Implantatinsertion soll zur initialen Stabilisierung Primärstabilität zwischen Implantat und Knochen erzielt werden (LISTGARTEN 1997, ROMANOS 2004, DEGIDI/ PIATTELLI 2005, TURKYILMAZ ET AL. 2008). Eine dichte kortikale Struktur des Kieferknochens ist für das Erreichen der Primärstabilität als besonders günstig anzusehen (GROENENDIJK 2003, ROMANOS 2004). Unter Berücksichtigung dieser

Problematik stehen für das provisorische Implantatsystem I-Plant zwei verschiedene Implantatbettauflbereiter mit unterschiedlichem Durchmesser zur Verfügung. Bei spongiosareichem Knochen wird mit einem geraden Bohrer aufbereitet um anschließend das konische Implantat mit leichter Kompression des umliegenden Knochens primärstabil einbringen zu können (INFORMATIONSBROSCHÜRE I-PLANT 2006). Die Methode der Knochenverdichtung wurde bereits 1994 von Summers beschrieben (SUMMERS 1994).

Hinsichtlich der prothetischen Versorgung von Implantaten wird die Primärstabilität als einer der ausschlaggebenden Faktoren für die Möglichkeit der Sofortbelastung beschrieben (NIKELLIS/ NICOLOPOULOS 2004, DEGIDI/ PIATTELLI 2005, ESPOSITO ET AL. 2007). Untersuchungen von Yamaguchi et al. bestätigen die Bedeutung der Primärstabilität für den Erfolg definitiver Implantate (YAMAGUCHI ET AL. 2008). In anderen Studien wird auf die Bedeutung der Primärstabilität für die erfolgreiche Osseointegration von definitiven Implantaten hingewiesen (DONATH/ KIRSCH 1986, NKENKE ET AL. 2003, JAFFIN ET AL. 2004, NIKELLIS/ NICOLOPOULOS 2004, ROMANOS 2004, DEGIDI/ PIATTELLI 2005, OSTMAN ET AL. 2005, OTTONI ET AL. 2005). Für das Erreichen der Primärstabilität bei definitiven Implantaten werden besonders die Bedeutung von biomechanischen Aspekten und Implantatdesign hervorgehoben (ROMANOS 2004). Auch Albrektsson et al. kamen zu dem Schluss, dass unter Anderem die Primärstabilität eines Implantates vom geometrischen Implantatdesign abhängig ist, wobei sich eine konische Implantatform, wie sie bei beiden in dieser Studie verwendeten Implantatsysteme zu finden ist, als günstig erwiesen hat (ALBREKTSSON ET AL. 1986). Wilmes et al. zeigten, dass das Implantatdesign einen entscheidenden Einfluss auf die Primärstabilität haben kann (WILMES ET AL. 2008). Ein progressives Gewinde, welches sowohl beim Immediate Provisional Implant System, als auch beim I-Plant System zu finden ist, erlaubt laut Nentwig und Moser eine verbesserte Primärstabilität (NENTWIG/ MOSER 1991). Auch die Implantatlänge wird zu den wichtigsten Parametern hinsichtlich einer guten Primärstabilität bei definitiven Implantaten gezählt (KINSEL/ LISS 2007). Desweiteren können die angewandte Operationstechnik, sowie die Implantatoberfläche bei definitiven Implantaten eine entscheidende Rolle spielen (FRIBERG ET AL. 1995, ROOS ET AL. 1997, O'SULLIVAN ET AL. 2000). Die Ergebnisse dieser Untersuchung lassen die Annahme zu, dass analog zu definitiven Implantaten auch bei provisorischen

Implantaten eine mangelnde Primärstabilität die Sofortversorgung und Sofortbelastung beeinträchtigen könnte. Es konnte eine signifikante Abhängigkeit der Überlebenswahrscheinlichkeit provisorischer Implantate von der Primärstabilität nachgewiesen werden und die Bedeutung dieses Faktors auch für provisorische Implantate bestätigt werden. Dabei könnte nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie die Höhe der Primärstabilität mit dem Erfolg provisorischer Implantate korrelieren. Die ermittelten Werte zeigen, dass die Schätzung des Verlustrisikos bei geringerer Primärstabilität sehr ungenau ist. Es lässt jedoch die Schlussfolgerung zu, dass ein erhöhtes Risiko vorliegen könnte.

Simon und Caputo konnten in ihrer Studie bei über 50% der provisorischen Implantate eine Primärstabilität von mehr als 20 Ncm nachweisen und dies mit einer hohen Erfolgswahrscheinlichkeit in Verbindung bringen (SIMON/ CAPUTO 2002). Romanos und Degidi erklären dazu in ihren Studien, dass häufig eine bessere Primärstabilität im Unterkiefer aufgrund der ausgeprägten Kortikalis erreicht werden kann (ROMANOS 2004, DEGIDI/ PIATTELLI 2005). Jedoch wurden hierzu keine statistischen Vergleiche durchgeführt.

In der vorliegenden Studie zeigte sich ein höherer Verlust an provisorischen Implantaten im Oberkiefer, welcher jedoch, aufgrund der erhöhten Anzahl provisorischer Implantate im Oberkiefer im Gegensatz zum Unterkiefer bei der statistischen Auswertung nicht signifikant war. Die Knochenqualität kann in den verschiedenen Bereichen des Kieferknochens unterschiedlich sein (TOLSTUNOV 2007). Eine Studie von Seong et al. bestätigt einen Zusammenhang zwischen der Insertionsregion und der initialen Stabilität von definitiven Implantaten (SEONG ET AL. 2009). Die Implantatposition im Kiefer kann außerdem die Verlustrate definitiver Implantate beeinflussen (TOLSTUNOV 2007).

Yamaguchi et al. hingegen finden in ihrer Studie keine statistisch nachweisbare Abhängigkeit der Erfolgsrate von definitiven Implantaten von der Implantationsregion (YAMAGUCHI ET AL. 2008). Die Insertionsregion hatte nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie ebenfalls keinen Einfluss auf den Erfolg der provisorischen Implantate und die provisorische Versorgung.

Ein weiterer Einfluss auf die erfolgreiche Versorgung mit Implantaten kann durch die Bezahnung im Gegenkiefer erfolgen. In einer Studie von Akpinar et al. wurde festgestellt, dass osseointegrierte definitive Implantate gegenüber natürlichen Zähnen unter Belastung andere biomechanische Reaktionen im Knochen

hervorrufen (AKPINAR ET AL. 2000). Demnach sind definitive Implantate anfälliger gegenüber okklusaler Überbelastung, welche laut Akpinar zu einem der Hauptgründe für den möglichen Verlust von Implantaten zählt (AKPINAR ET AL. 2000). In dieser Studie wurden die beiden provisorischen Implantatsysteme I-Plant und IPI auf diesen Aspekt hin untersucht. Die Bezahnung des Gegenkiefers erwies sich nach statistischer Auswertung als nicht ausschlaggebend für den vorzeitigen Verlust der provisorischen Implantate.

Ein weiterer diskussionswürdiger Aspekt dieser Untersuchung fällt der Art der provisorischen Versorgung zu, welche festsitzend oder herausnehmbar sein kann (IEZZI ET AL. 2007). Viele Studien beschränken sich auf Fallberichte, die die Versorgung von provisorischen Implantaten mit festsitzendem Zahnersatz beschreiben (FROUM ET AL. 1998, NAGATA ET AL. 1999, BOHSALI ET AL. 1999). Die Verwendung festsitzender Kunststoffbrücken wurde in Kombination mit provisorischen Implantaten bereits beschrieben und für empfehlenswert befunden (SCHUPPAN 2000). Der Vorteil der festsitzenden Brücke soll die Versteifung und gegenseitige Stabilisierung der einzelnen provisorischen Implantate sein. Dadurch kann eine biomechanische Überbelastung verhindert werden, die durch sogenannte Makro- und Mikrobewegungen zustande kommen kann (SCHERMER 2008). Auch in der vorliegenden Untersuchung wurde das Kunststoffprovisorium als festsitzende Versorgung verwendet. Krennmair et al. waren unter den ersten Autoren, welche die Verwendung des auch in dieser Studie benutzten Immediate Provisional Implants zur Verankerung von herausnehmbarem Zahnersatz für eine erfolgreiche prothetische Sofortversorgung im zahnlosen Kiefer beschrieben haben (KRENNMAIR ET AL. 2004). In Anlehnung an die Ergebnisse von Salama kann schädlichen Mikrobewegungen der Implantate durch Verblockung mit Hilfe des herausnehmbaren Zahnersatzes vorgebeugt werden. Dabei soll derselbe stabilisierende Effekt auf die provisorischen Implantate erzielt werden wie bei festsitzendem Zahnersatz (SALAMA ET AL. 1995). Bei teilbezahntem Kiefer und bei reduziertem Restzahnbestand kann bei definitiven Implantaten eine Verblockung durch den prothetischen Zahnersatz den Behandlungserfolg unterstützen (NKENKE ET AL. 2003). Krennmair et al. konnten bei ihrer Studie über herausnehmbarem Zahnersatz auf provisorischen Implantaten keine erhöhte Verlustwahrscheinlichkeit feststellen (KRENNMAIR ET AL. 2005). Die Ergebnisse provisorischer Implantate können also denen definitiver Implantate entsprechen. Bei verblockten definitiven Implantaten wurden von

Bergkvist et al. im Gegensatz zu unverblochten definitiven Implantaten eine geringere Stressbelastung des Knochens beobachtet (BERGKVIST ET AL. 2008). Ebenso kann eine ungünstige, nichtaxiale Belastung von definitiven und provisorischen Implantaten minimiert werden (ROMANOS 2004, NIKELLIS/NICOLOPOULOS 2004, KRENNMAIR ET AL. 2004, LUCKEY 2007). Nach Meinung anderer Autoren soll dabei auf eine ausreichende Anzahl an provisorischen Implantaten geachtet werden, um die Belastung auf möglichst viele Pfeiler verteilen zu können und die maximale Belastung des einzelnen Implantates zu verringern (PETRUNGARO 1997, LUCKEY 2007). Diese Studie konnte zeigen, dass provisorische Implantate sowohl für die Verankerung von herausnehmbarem, als auch feststehendem Zahnersatz geeignet sein können. Zwischen feststehendem und herausnehmbarem Zahnersatz konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Die Verweildauer der provisorischen Implantate richtet sich nach der Dauer der Einheilung der definitiven Implantate und des Knochenersatzmaterials. Als Standardprotokoll der Einheilung gelten für definitive Implantate im Unterkiefer drei Monate und im Oberkiefer sechs Monate (BRÅNEMARK ET AL. 1977), wobei auch nach einer verkürzten Einheilzeit ein Langzeiterfolg möglich ist (COCHRAN ET AL. 2002, SULLIVAN ET AL. 2005, NELSON ET AL. 2008). Bezüglich autologer Augmentate kann nach drei Monaten eine deutliche Revaskularisierung festgestellt werden (NELSON ET AL. 2006). In einer histologischen Fallstudie von Froum et al. zeigten provisorische Implantate eine exzellente Knochenadaptation über einen Beobachtungszeitraum von acht Monaten (FROUM ET AL. 1998). Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie, in der die provisorischen Implantate eine mittlere Verweildauer von 5,5 Monaten aufweisen. Dies lässt die Annahme zu, dass provisorische Implantate für den Zeitraum der Einheilphase definitiver Implantate und des Augmentationsmaterials als Befestigungselement des provisorischen Zahnersatzes geeignet sein können. Teilweise kann durchaus auch eine längere Verweildauer möglich sein, wenn die Anfertigung der definitiven prothetischen Versorgung oder andere Faktoren es erfordern. Auch eine längere Versorgungsphase mit Hilfe provisorischer Implantate scheint somit denkbar, sofern dies notwendig ist (KRENNMAIR ET AL. 2004, MASS ET AL. 2007).

Die Explantation der provisorischen Implantate wurde von Simon für das IPI System bereits beschrieben (SIMON/ CAPUTO 2002). Eine problemlose Entfernung wird bei Simon bis zu einem Zeitraum von 10 Monaten angegeben. Wird zu einem späteren Zeitpunkt explantiert, kann sich die Kraft, die zum Ausdrehen aufgewendet werden muss, erhöhen und das Entfernen der provisorischen Implantate erschweren (SIMON/ CAPUTO 2002). Beim IPI traten gelegentlich Frakturen beim Explantationsversuch auf. Eine Ursache hierfür könnte die bei der Insertion am Implantatthals vorgenommene Biegung sein, die eventuell in Verbindung mit einer verlängerten Belastungsperiode eine erhöhte Bruchgefahr provozieren könnte. Zum Nachweis dieser Annahme bedarf es jedoch weiterer Untersuchungen. Der störungsfreie Verlauf der Entfernung der provisorischen Implantate und Übergang auf die prothetische Versorgung auf definitiven Implantaten wurde auch bereits von Khoury und Happe beschrieben (KHOURY/HAPPE 2001). Ebenso wird von Schermer ein problemloses Entfernen der provisorischen Implantate mit analoger Versorgung der Wunde wie nach Zahnextraktion erläutert (SCHERMER 2008).

Die vorliegenden Ergebnisse stehen im Einklang mit den Resultaten bereits publizierter Untersuchungen, dass eine für den Patienten unbefriedigende prothetische Interimsversorgung einer auf der Operationswunde aufsitzenden Prothese mit Hilfe provisorischer Implantate erfolgreich vermieden werden kann (GRAY/SMITH 2000, KANIE ET AL. 2004, TOLSTUNOV 2007). Provisorische Implantate können somit nützlicher Bestandteil von Implantatchirurgie und Implantatprothetik sein (SCHERMER 2008). Beide in dieser Studie verwendeten provisorischen Implantatsysteme zeigen, ähnliche Erfolgsraten und scheinen für eine prothetische Übergangsvorsorgung geeignet zu sein, wenn eine ausreichende Primärstabilität bei der Insertion erreicht werden kann.

## **6. Zusammenfassung**

Implantate ermöglichen einen festen Halt des Zahnersatzes bei fehlenden Zähnen. Häufig muss eine Einheilzeit der definitiven Implantate abgewartet werden, in welcher diese Implantate nicht zur Befestigung von Zahnersatz genutzt werden können. Dem Wunsch vieler zahnloser Patienten nach einer sofortigen Versorgung ihrer definitiven Implantate unter Umgehung der Übergangslösung einer totalen Prothese kann somit nicht immer entsprochen werden. Dies stellt ein Einsatzgebiet provisorischer Implantate dar. Diese vergleichende Studie zweier temporärer Implantatsysteme bestätigt den Vorteil der provisorischen Implantate während der Einheilphase definitiver Implantate auch nach ausgedehnten Augmentationsverfahren. Das Tragen einer schleimhautgetragenen Totalprothese kann vermieden werden, Knochen, Weichgewebe und definitive Implantate können geschont werden.

Der Erfolg zweier unterschiedlicher temporärer Implantatsysteme wurde in dieser Studie in Bezug auf Geschlecht, Gegenbeziehung und Knochenqualität hin untersucht. Weiterhin waren Implantatsystem, Insertionsregion, Primärstabilität, provisorischer Zahnersatz sowie Verweildauer der provisorischen Implantate während des Zeitraums der provisorischen Versorgung Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Es handelt sich bei den verwendeten Systemen um das Immediate Provisional Implant (IPI) der Firma Nobel Biocare (Göteborg, Schweden) sowie um das temporäre Implantat I-Plant der Firma Unor (Schlieren, Schweiz). Beide Implantattypen wurden gemäß Herstellerangaben eingesetzt. Die Beobachtungsphase erstreckt sich bis zum Zeitpunkt der Explantation der temporären Implantate. Bei der Auswahl der Patienten wurden bestimmte Ausschlusskriterien bezüglich des allgemeinen Gesundheitszustands befolgt, sowie eine klinische und radiologische Voruntersuchung durchgeführt. Postoperativ erhielten die Patienten eine antibiotische Infektionsprophylaxe und Mundhygieneinstruktionen.

Die Primärstabilität hat einen signifikanten Einfluss auf den Erfolg provisorischer Implantate. Keines der provisorischen Implantate mit guter Primärstabilität ging verloren oder musste aufgrund von Lockerung vorzeitig entfernt werden. Daher ist die Verwendung beider provisorischer Implantatsysteme nach dieser Studie nur dann

zu empfehlen, wenn eine ausreichende Primärstabilität bei der Insertion erreicht werden kann. Weiterhin erfolgte eine statistische Auswertung des Geschlechts des Patienten mit Hilfe des Chi Quadrat Tests. Es konnten keine signifikanten Einflussfaktoren auf den Erfolg der provisorischen Implantate nachgewiesen werden. Die Knochenqualität beeinflusste den Behandlungserfolg von provisorischen Implantaten nicht. Die Insertionsregion und die Gegenbezahnung des Implantatlagers sowie die Art der provisorischen Versorgung hatten in dieser Studie keine Bedeutung für den Erfolg provisorischer Implantate.

Ein signifikanter Unterschied des Erfolgs zwischen den Systemen konnte statistisch nicht nachgewiesen werden.

Unter Beachtung dieser Tatsachen scheinen nach den Ergebnissen dieser Studie beide temporären Implantatsysteme für die provisorische Sofortrehabilitation des Patienten geeignet. Provisorische Implantate können somit die sofortige soziale Integration des Patienten in sein persönliches und berufliches Umfeld gewährleisten.

## **7. Literaturverzeichnis**

Aalam AA, Reshad M, Chee W, Nowzari H: Surgical template stabilization with transitional implants in the treatment of edentulous mandible: A technical Note.

Quintessence Int. 2005; 20: 462- 465.

Adell R: Tissue integrated prostheses in clinical dentistry.

Int Dent J. 1985; 35: 259- 65.

Agiurre Zorzano LA, Rodriguez Tojo MJ, Aguirre Urizar JM: Maxillary sinus lift with intraoral autologous bone and B- tricalcium phosphate: histological and histomorphometric clinical study.

Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2007; 1: 12: 532- 6.

Ahn MR, An KM, Choi JH, Sohn DS: Immediate loading with mini dental implants in the fully edentulous mandible.

Implant Dent. 2004; 13: 267- 72.

Akpinar I, Anil N, Parnas L: A natural tooth's stress distribution in Occlusion with a dental implant.

J Oral Rehabil. 2000; 27: 538- 45.

Albrektsson T, Branemark PI, Hansson HA, Lindström J: Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long- lasting, direct bone anchorage in man.

Acta Orhtopaedica Scandinavica. 1981; 52: 155- 70.

Albrektsson R, Zarb G, Worthington P, Eriksson RA: The long term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1986; 1: 11- 25.

Aspenberg P, Goodman S, Toksvig- Larsen S, et al: Intermittent micromotion inhibits bone ingrowth: Titanium implants in rabbits.

Acta Orhtop Scand. 1992; 63: 141- 145.

Babbush CA: Provisional Implants: Surgical and Prosthetic Aspects.  
Implant Dent. 2002; 10: 113- 20.

Baig MR, Rajan M: Effects of smoking on the outcome of implant treatment: a literature review.  
Indian J Dent Res. 2007; 18: 190- 5.

Balshe AA, Eckert SE, Koka S, Assad DA, Weaver AL: The effects of smoking on the survival of smooth- and rough-surface dental implants.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2008; 23: 1117- 22.

Bergkvist G, Simonsson K, Rydberg K, Johansson F, Dérand T: A Finite Element Analysis of stress distribution in bone tissue surrounding uncoupled or splinted dental implants.  
Clin Implant Dent Relat Res. 2008; 10: 40- 6.

Block M, Finger I, Castellon P, Lirettle D: Single tooth immediate provisional restoration of dental implants: technique and early results.  
J Oral Maxillofac Surg. 2004; 62: 1131- 8.

Bohsali K, Simon H, Kann JY, Redd M: Modular transitional implants to support the interim maxillary overdenture.  
Compend Contin Educ Dent. 1999; 20: 975- 978.

Bornstein MM, Halbritter S, Harnisch H, Weber HP, Buser D: A retrospective analysis of patients referred for implant placement to a specialty clinic: indications, surgical procedures, and early failures.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2008; 23: 1109- 16.

Boyne PJ, James RA: Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone.  
J Oral Surg. 1980; 38: 613- 6.

Branemark PI, Breine U, Adell R, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A: Intraosseous anchorage of dental prostheses.

Scand J Plast Reconstr Surg. 1969; 81: 100- 196.

Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A: 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.

Brinkmann AK, Brinkmann ELW: Geschichte der zahnärztlichen Implantologie in Deutschland.

ANKE- Verlag Oldenburg, 1995, ISBN: 3- 00- 000527- 7.

Chee W, Jivraj S: Efficiency of immediately loaded mandibular full-arch implant restorations.

Clin Implant Dent Relat Res. 2003; 5: 52- 6.

Chen ST, Darby IB, Adams GG, Reynolds EC: A prospective clinical study of bone augmentation techniques at immediate implants.

Clin Oral Implant Res. 2004; 16: 176- 184.

Chiapasco M, Gatti C, Rossi E, Haefliger W, Markwalder Th: Implant- retained mandibular overdentures with immediate loading.

Clin Oral Impl Res. 1997; 8: 48- 57.

Cochran DL, Buser D, ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP, Peters F, Simpson JP: The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants.

Clin Oral Implants Res. 2002; 13: 144-53.

Cochran DL, Douglas HB: Augmentation of osseous tissue around non-submerged endosseous dental implants.

Int J Periodontics Restorative Dent. 1993; 13: 506- 19.

Degidi M, Daprile G, Piattelli A: RFA Values of implants Placed in Sinus Grafted and Nongrafted Sites after 6 and 12 Months.

Clin Implant Dent Relat Res. 2009; 11:178- 82.

Degidi M, Piattelli A: 7-year follow-up of 93 immediately loaded titanium dental implants.

J Oral Implantol. 2005; 31: 25- 31.

DGZMK und DGI 3.0: gemeinsame wissenschaftliche Stellungnahme: Implantologie in der Zahnheilkunde.

Dtsch. Zahnärztl. Z. 2005; 60: 915- 9416.

Dierens M, Collaert B, Deschepper E, Browaeys H, Klinge B, De Bruyn H: Patient-centered outcome of immediately loaded implants in the rehabilitation of fully edentulous jaws.

Clin Oral Implants Res. 2009; 20: 1070- 7.

Donath K, Kirsch A: Welche Bedeutung hat die primäre Stabilität von Implantaten für die ossäre Integration während der Einheilphase?

Z. Zahnärztl. Implantol. 1986; 20: 11- 17.

Donath K, Laaß M, Günzl HJ: The histopathology of different foreign-body reactions in oral soft tissue and bone tissue.

Virchows Arch. Abt. A 420, 1992; 131- 7.

Esposito M, Grusovin MG, Willings M, Coulthard P, Worthington HV: The effectiveness of immediate, early, and conventional loading of dental implants: a Cochrane systematic review of randomized controlled clinical trials.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2007; 22: 893- 904.

Friberg B, Sennerby L, Linden B, Gröndahl K, Lekholm U: Stability measurements of one-stage Branemark implants during healing in mandibles. A clinical resonance frequency analysis study.

Int J Oral Maxillofac Surg. 1999; 28: 266- 72.

Friberg B, Sennerby L, Roos J, et al: Identification of bone quality in conjunction with insertion of titanium implants.

Clin Oral Implants Res. 1995; 6: 213.

Froum S, Emitaz S, Bloom MJ, Scolnick J, Tarnow DP: The use of transitional implants for immediate fixed temporary prostheses in cases of implant restorations.

Pract Periodontics Aesthet Dent. 1998; 10: 737- 746.

Froum SJ, Simon H, Cho SC, Elian N, Rohrer MD, Tarnow DP: Histologic evaluation of bone-implant contact of immediately loaded transitional implants after 6 to 27 months.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2005; 20: 54- 60.

Gray JB, Smith R: Transitional Implants for Orthodontic Anchorage.

J Clin Orthod. 2000; 34: 659- 66.

Groenendijk E: Dental ingenuity 2. Implant treatment using transitional implants.

Ned Tijdschr Tandheelkd. 2003; 110: 311- 5.

Grössner-Schreiber B, Tuan RS: The influence of the titanium implant surface on the process of osseointegration.

Dtsch Zahnärztl Z. 1991; 46: 691- 3.

Hedegard B: Longitudinal follow-up studies in prosthetic dentistry.

Int Dent J. 1973; 23: 489.

Hofmann M, Ludwig P: Die teleskopierende Totalprothese im stark reduzierten Lückengebiss.

Dtsch Zahnärztl Z. 1973; 28: 2.

Hotz W: Die subantrale Augmentation mit homologem Knochen zur Schaffung eines stabilen enossalen Implantatlagers.

Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 1991; 6: 3-8.

Huynh-Ba G, Friedberg JR, Vogliatzi D, Ioannidou E: Implant failure predictors in the posterior maxilla: a retrospective study of 273 consecutive implants.

J Periodontol. 2008; 79: 2256- 61.

Iezzi G, Fiera E, Scarano A, Pecora G, Piatelli A.: Histologic evaluation of a provisional implant retrieved from man 7 months after placement in a sinus augmented with calcium sulphate: a case report.

J Oral Implantol. 2007; 33: 89- 95.

Immediate Provisional Implant (IPI), Handbuch zur chirurgischen und prothetischen Versorgung, Nobelbiocare, Göteborg, Schweden, 2003

Informationsbroschüre I-Plant, Unor AG, 8952 Schlieren, Schweiz, 2006

Jaffin RA, Kumar A, Berman ChL: Immediate Loading of Implants in Partially and Fully Edentulous Jaws. A Series of 27 Case Reports.

J Periodontol. 2000; 71: 833- 8.

Jaffin RA, Kumar A, Berman CL: Immediate loading of dental implants in the completely edentulous maxilla: a clinical report.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2004; 19: 721- 30.

Jiménez-Lopéz V.: Sofortbelastung von Dentalimplantaten.

Quintessenz 2005: 20- 21.

Kalk W, Denissen HW, Kayser AF: Preventive goals in oral implantology.

Int Dent J. 1993; 43: 483- 91.

Kanie T, Nagata M, Bon S: Comparison of the Mechanical Properties of 2 Prosthetic Mini-implants.

Implant Dent. 2004; 13: 251- 6.

Khoury F, Happe A: Temporäre Implantate bei ausgedehnten Kieferkammaugmentationen- Ergebnisse einer klinischen Studie. Implantologie 2001; 9: 375- 387.

Kinsel RP, Liss M: Retrospective analysis of 56 edentulous dental Arches restored with 344 single-stage implants using an immediate loading fixed provisional protocol: statistical predictors of implant failure. Int J Oral Maxillofac Implants. 2007; 22: 823- 30.

Koeck B, Wagner W: Einleitung. In: Koeck B, Wagner W: Implantologie. Praxis der Zahnheilkunde. 2. Auflage. München, Deutschland: Urban & Fischer, 2005: 2.

Krennmair G, Fürhauser R, Weinländer M, Piehslinger E.: Maxillary interim overdentures retained by splinted or unsplinted provisional implants. Int J Prosthodont. 2005; 18: 195- 200.

Krennmair G, Weinländer M, Schmidinger S: Provisional implants for anchoring removable interim prostheses in edentulous jaws: a clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants. 2004; 18: 582- 8.

Kreusser B und K, Reinhardt K, Jakobs W: Provisorisch festsitzende Versorgung mittels Interimplantaten. Oralchirurgie J. 2002: 26- 29.

Kronström M, Svenson B, Hellman M, Persson GR: Early implant failures in patients treated with Branemark System titanium dental implants: a retrospective study. Int J Oral Maxillofac Implants. 2001; 16: 201-7.

Ledermann PD: A surface-treated titanium screw implant after 7 years of use. Quintessenz 1984; 35: 2031- 41.

Lee JH, Frias V, Lee KW: Use of an immediate provisional implant to support a full-arch interim restoration: a clinical report.

J Prosthodont. 2005; 14: 127- 30.

LeGeros RZ, Craig RG: Strategies to affect bone remodeling: osteointegration.

J Bone Miner Res. 1993; 8: 583- 96.

Lekholm U, Zarb G A: Patient selection and preparation. In: Branemark P. J., Zarb G. A., Albrektsson T.: Tissue-integrated prosthesis, osseointegration in clinical dentistry.

Quintessenz 1985; 195- 205.

Leshem D, Mazor Z, Leshem R, Rosen D: A simple technique of fabrication of immediate interim removable prosthesis supported by transitional implants.

Implant Dent. 2003; 12: 227- 231.

Listgarten MA: Clinical trials of endosseous implants: issues in analysis and interpretation.

Ann Periodontol. 1997; 2: 299-313.

Lorenzoni M, Pertl C, Zhang K, Wimmer G, Wegscheider WA: Immediate loading of single tooth implants in the anterior maxilla. Preliminary results after one year.

Clin Oral Implants Res. 2003; 14: 180- 7.

Luckey R: Navigierte Sofortimplantation und festsitzende provisorische Versorgung.

DZW Orale Implantologie. 2007: 6- 11.

Marzola R, Scotti R, Fazi G, Schincaglia GP: Immediate loading of two implants supporting a ball attachment-retained mandibular overdenture: a prospective clinical study.

Clin Implant Dent Relat Res. 2007; 9: 136- 43.

Mass E, Oelgiesser D, Tal H: Transitional implants in a patient with Williams-Beuren syndrome: a four-year follow-up.

Spec Care Dentist. 2007; 27: 112- 6.

Mericske-Stern R: Treatment outcomes with implant-supported overdentures: Clinical considerations.

J Prosthet Dent. 1998; 79: 66- 73.

Misch CE: Contemporary Implant Dentistry, ed 2, St. Louis, 1999, Mosby Inc. Table 8-1 (p. 113) und Box 8-1 (p. 114).

Nagata M, Nagaoka S, Mukunoki O: The efficacy of modular transitional implants placed simultaneously with implant fixtures.

Compend Contin Educ Dent, 1999; 20: 39- 42.

Nagel R, Ackermann K-L, Kirsch A: Sofortimplantation und Sofortbelastung- das Einzelzahn- Sofortimplantat mit provisorischer Versorgung.

Zahn-, Mund- und Kieferheilk. 2001; 17: 1-2.

Nelson K, Ozyuvaci H, Bilgic B, Klein M, Hildebrand D: Histomorphometric evaluation and clinical assessment of endosseous implants in iliac bone grafts with shortened healing periods.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2006; 21: 392- 8.

Nelson K, Semper W, Hildebrand D, Özyuvaci H: Clinical evaluation of sandblasted, acid-etched (SLA and Promote) implants with reduced healing time: A retrospective analysis with an observation period of up to 5- years.

Int J Oral Maxillofac Implant. 2008; 23: 726- 32.

Nentwig GH, Moser W: Untersuchungen zur periimplantären Knochensituation bei Brückenversorgungen im Seitenzahnggebiet mit dem NM-Implantat.

Z Zahnärztl Implantol. 1991: 100- 3.

Niedermeier W, Huber M, Fischer D, Beier K, Müller N, Schuler R, Brinninger A, Fartasch M, Diepgen T, Matthaeus C, Meyer C, Hector MP: Significance of saliva for the denture-wearing population.

Gerodontology. 2000; 17: 104- 18.

Nikellis I, Nicolopoulos C: Immediate loading of 190 endosseous dental implants: prospective observational study of 40 patient treatments with up to 2-year data.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2004; 19: 116- 23.

Nkenke E, Lehner B, Weinzierl K, Thams U, Neugebauer J, Stevenling H, Radespiel-Troger M, Neukam FW: Bone contact, growth, and density around immediately loaded implants in the mandible of mini pigs.

Clin Oral Implants Res. 2003; 14:312- 21.

Norton MR, Gamble C: Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized scan.

Clin Oral Implants Res. 2001; 12: 79- 84.

Ostman PO, Hellman M, Sennerby L: Direct implant loading in the edentulous maxilla using a bone density-adapted surgical protocol and primary stability criteria for inclusion.

Clin Implant Dent Relat Res. 2005; 7: 60- 9.

Otoni JM, Oliveira ZF, Mansini R, Cabral AM: Correlation between placement torque and survival of single-tooth implants.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2005; 20: 769- 76.

Petrungaro PS: Fixed Temporization and Bone- Augmented Ridge Stabilisation with Transitional Implants.

Pract Periodontics Aesthet Dent. 1997; 9: 1071- 8.

Proussaefs P: Histological evaluation of an immediately loaded titanium provisional implant retrieved after functioning for 18 month: A clinical report.

J Prosthet Dent. 2003; 98: 331- 334.

Ravasini T, Marinello CP: Immediate provisional implants as abutments for an overdenture in the mandibular edentulous jaw: case presentation.

Pract Proced Aesthet Dent. 2002; 14: 673- 7.

Rocci A, Martignono M, Gottlow J: Immediate loading in the maxilla using flapless surgery, implants placed in predetermined positions, and prefabricated provisional restorations: a retrospective 3 year clinical study.

Clin Implant Dent Relat Res. 2003; 5: 29- 36.

Romanos GE: Surgical and prosthetic concepts for predictable immediate loading of oral implants.

J Calif Dent Assoc. 2004; 32: 991- 1001.

Roos J, Sennerby L, Albrektsson T: An update on the clinical documentation on currently used bone anchored endosseous oral implants.

Dent Update. 1997; 24: 194.

Salama H, Rose LF, Salama M, Betts NJ: Immediate loading of bilaterally splinted titanium root-form implants in fixed prosthodontics- A technique reexamined: Two case reports.

Int J Periodontics Restorative Dent. 1995; 15: 344- 361.

Schermer S: Übergangsimplantate in der implantologischen und chirurgischen Praxis.

Zahn-, Mund- und Kieferheilk. 2008; 24: 380- 392.

Schropp L, Isidor F: Timing of implant placement relative to tooth extraction.

J Oral Rehabil. 2008; 35: 33- 43.

Schuppan K: Implantat- chirurgische Maßnahmen der prothetischen Sofortversorgung.

Sonderdruck Zahn-, Mund- und Kieferheilk. Heft 1-2 /2000.

Shapurian T, Damoulis PD, Reiser GM, Griffin TJ, Rand WM: Quantitative evaluation of bone density using Hounsfield index.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2006; 21: 290- 7.

Seong WJ, Kim UK, Swift JQ, Hodges JS, Ko CC: Correlations between physical properties of jawbone and dental implant initial stability.

J Prosthet Dent. 2009; 101: 306- 18.

Simon H, Caputo AA: Removal torque of immediately loaded transitional endosseous implants in human subjects.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2002; 17: 839-45.

Simon H: Use of transitional implants to support a surgical guide. Enhancing the accuracy of implant placement.

J Prosthet Dent. 2002; 87: 229- 232.

Smith DC: Dental implants: materials and design considerations.

Int J Prosthodont. 1993; 6: 106- 17.

Snauwaert K, Duyck D, van Steenberghe MQ, Naert I: Time dependent failure rate and marginal bone loss of implant supported prostheses: a 15-year follow-up study.

Clin Oral Invest. 2000; 4: 13- 20.

Spiekermann H, Jansen K, Richter EJ: A 10-Year Follow-up Study of IMZ and TPS Implants in the Edentulous Mandible Using Bar-Retained Overdentures.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1995; 10: 231- 243.

Steflik DE, Lake FT, Sisk AL, et al: A comparative investigation in dogs: 2-year morphometric results of the dental implant-bone interface.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1996; 11: 15- 25.

Strock AE: Experimental work on a method for the replacement of missing teeth by the direct implantation of a metal support into the alveolus.

Amr J Orthodont Oral Surg. 1939; 25: 467- 472.

Sullivan D, Sennerby L, Meredith N: Measurements comparing the initial stability of five designs of dental implants: a human cadaver study.

Clin Implant Dent Relat Res. 2000; 2: 85.

Sullivan D, Vincenzi G, Feldman S: Early loading of Osseotite implants 2 months after placement in the maxilla and mandible: a 5-year report.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2005; 20: 905- 12.

Summers RB: A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique.

Compendium. 1994; 15: 152, 154- 6.

Szmukler-Moncler S, Salama H, Reingewirtz Y, Dubruille JH: Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: review of experimental literature.

J Biomed Mater Res. 1998; 43: 192- 203.

Tarnow DP, Emtiaz S, Classi A: Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: Ten consecutive case reports with 1 to 5 years.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1997; 12: 319- 324.

Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P: The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla.

J Periodontol. 1992 63: 995- 6.

Tolstunov L: Implant zones of the jaws: implant location and related success rate.

J Oral Implantol. 2007; 33: 211-220.

Turkyilmaz I, Aksoy U, McGlumphy EA: Two Alternative Surgical Techniques for Enhancing Primary Implant Stability in the Posterior Maxilla: A Clinical Study Including Bone Density, Insertion Torque, and Resonance Frequency Analysis Data.

Clin Implant Dent Relat Res. 2008;10: 231-7.

Weinländer M, Krennmair G, Schmidinger S: Provisional implants for anchoring removable interim prosthesis in edentulous jaws: a clinical study.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2003; 18: 582- 8.

Wennerberg A, Albrektsson T: Effects of titanium surface topography on bone integration: a systematic review.

Clin Oral Implants Res. 2009; 20: 172- 84.

Wilmes B, Ottenstreuer S, Su YY, Drescher D: Impact of implant design on primary stability of orthodontic mini-implants.

J Orofac Orthop. 2008; 69: 42- 50.

Wolf M: Interimsimplantate: Lösungsansatz zur Überbrückung der Einheilphase in der Implantologie.

Oralchirurgie Journal. 2002: 16- 29.

Yamaguchi M, Xu H, Shimizu Y, Hatano N, Ooya K: Resonance frequency analysis of long-term implant success in the posterior partially edentulous mandible.

Quintessence Int. 2008; 39: 121- 5.

Zubery Y, Bichacho N, Moses O, Tal H: Immediate loading of modul transitional implants: A histologic and histomorphometric study in dogs.

Int J Periodontics Restorative Dent. 1999; 19: 343- 353.

## **8. Danksagung**

Diese Arbeit wäre ohne die Mitarbeit, Hilfe und Unterstützung einiger wichtiger Personen niemals zustande gekommen, denen ich nachfolgend meinen herzlichen Dank aussprechen möchte.

Für die Überlassung des Themas der Dissertation danke ich Herrn Dr. Detlef Hildebrand. Frau Dr. Nelson gebührt besonderer Dank für die hilfreiche Betreuung und Geduld bei den Korrekturen.

Frau Siebert möchte ich für die Ausarbeitung, Berechnung und Bearbeitung der statistischen Daten und für die Formulierung der Interpretation danken. Frau Dr. Wiebke Semper danke ich für die Hilfe bei der Formatierung, Textbearbeitung, Tabellengestaltung, den hilfreichen Tipps für die Korrektur und den vielen Stunden Arbeitszeit, die dafür nötig waren.

Frau Kruse danke ich für die tatkräftige Unterstützung bei der Bearbeitung der Patientenakten, der Auswertung der Patientendaten und deren elektronische Aufbereitung.

Meinen Eltern und meinen Brüdern gebührt besonderer Dank. Sie waren mir eine große Hilfe bei der Formgebung, der Formulierung und der elektronischen Datenverarbeitung, haben mich in jeder erdenklichen Weise unterstützt und mir die Zeit eingeräumt, diese Arbeit fertig zu stellen. Vielen Dank auch an unser Praxis- und vor Allem an das Behandler team, die mich etliche Stunden entbehren mussten, damit diese Arbeit entstehen konnte.

## Erklärung

„Ich, Nadine Hotz, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: Retrospektive Studie zum klinischen Erfolg zweier provisorischer Implantatsysteme selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Datum

Unterschrift

## **Lebenslauf**

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.