

AUS DEM LEHRSTUHL
FÜR MUND-KIEFER-GESICHTSCHIRURGIE
PROF. DR. MED. DR. MED. DENT. TORSTEN E. REICHERT
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**Klinische Studie zum Einsatz eines einteiligen durchmesserreduzierten 3.0mm-Implantates im
lateralen Oberkieferschneidezahn- und Unterkieferfrontzahnbereich**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnmedizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Christoph Andreas Beer

2010

AUS DEM LEHRSTUHL
FÜR MUND-KIEFER-GESICHTSCHIRURGIE
PROF. DR. MED. DR. MED. DENT. TORSTEN E. REICHERT
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**Klinische Studie zum Einsatz eines einteiligen durchmesserreduzierten 3.0mm-Implantates im
lateralen Oberkieferschneidezahn- und Unterkieferfrontzahnbereich**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnmedizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Christoph Andreas Beer

2010

Dekan: Univ. Prof. Dr. B. Weber
1. Berichterstatter: Univ. Prof. Dr. Dr. T. E. Reichert
2. Berichterstatter: Univ. Prof. Dr. Dr. P. Proff
Tag der mündlichen Prüfung: 24. November 2010

Inhalt

1	Einleitung	7
1.1	Allgemeines zur dentalen Implantologie	7
1.1.1	Geschichte der zahnärztlichen Implantologie.....	7
1.1.2	Einteilung der Implantate	8
1.2	Implantatmaterialien	10
1.2.1	Biomaterial	10
1.2.2	Implantatdesign	12
1.2.3	Oberflächenmodifikation.....	13
1.3	Indikationsstellung und Kontraindikationen	15
1.4	Präoperative Maßnahmen	17
1.4.1	Diagnostik und Aufklärung	17
1.4.2	Präoperative Entscheidungen und implantologische Planung	18
1.5	Operative Methodik	24
1.6	Postoperative Maßnahmen.....	25
1.6.1	Nachsorge.....	25
1.6.2	Recall.....	25
2	Fragestellung und Zielsetzung.....	29
3	Material und Methode	30
3.1	Studiendesign.....	30
3.2	Präoperative Parameter	30
3.3	Implantation und Sofortversorgung	31
3.3.1	Das NobelDirect™-3,0mm Implantat	31
3.3.2	Chirurgisches Vorgehen	32
3.3.3	Sofortversorgung	35
3.4	Recall	36
3.5	Definitive prothetische Versorgung.....	37
3.6	Drop-Out-Parameter	38
3.7	Klinische Fotos und intraorale Röntgenbilder	38
3.8	Datenerhebung und Datenverarbeitung	39
4	Ergebnisse	40
4.1	Patientenkollektiv und Implantatanzahl.....	40
4.1.1	Altersverteilung	40
4.1.2	Geschlechtsverteilung.....	41
4.1.3	Implantatverteilung nach Diagnose	41
4.2	Operative Parameter.....	41

4.2.1	Lokalisation der Implantate im Ober-und Unterkiefer	41
4.2.2	Implantationszeitpunkt	44
4.2.3	Lappendesign.....	44
4.2.4	Bohrprotokoll	45
4.3	Postoperative Parameter (n=9 Implantate bei 8 Patienten).....	46
4.3.1	Implantatstabilität.....	46
4.3.2	Marginales Knochenniveau	46
4.3.3	Prothetische Parameter	49
4.3.4	Weichgewebe	51
4.4	Liegedauer der inserierten Implantate (n=9).....	55
4.5	Implantatverlust	56
4.5.1	Primär- und Sekundärverlusten	56
4.5.2	Explantationursache	56
4.6	Überlebenszeitanalyse.....	57
4.7	Implantaterfolg gemäß den Erfolgskriterien nach Albrektsson in modifizierter Form.....	57
5	Diskussion	58
6	Schlussfolgerung	74
7	Zusammenfassung.....	75
8	Literaturangaben.....	76
9	Anhang	94
10	Addendum	95
11	Lebenslauf	96

1 Einleitung

1.1 Allgemeines zur dentalen Implantologie

1.1.1 Geschichte der zahnärztlichen Implantologie

Die Geschichte der oralen Implantologie reicht weit in die Vergangenheit bis ins 6. Jahrtausend v. Chr. zurück. Dabei zeigen sich diese ersten implantologischen Gehversuche bei genauerer Betrachtung als Retransplantationen bzw. Transplantationen von autogenen, homologen oder heterologen Zähnen (Watzek G. 2000).

Erste ernst zu nehmende Implantationsversuche in der Neuzeit waren meist Sofortimplantationen. Dabei wurden unmittelbar post extractionem alloplastische Materialien in frische Extraktionsalveolen eingebracht. So durchgeführt wurde diese Methode bei Jourdan und Magiolo 1807, die ein konisches Goldrohr als Sofortimplantat in einer Extraktionsalveole positionierten (Watzek G. 2000).

1946 sorgte Formigginis Versuch mit Hilfe einer Heliokolloidschraube aus Tantal für Aufmerksamkeit, da er nach 12 Jahren erstmals einen Langzeiterfolg verbunden mit Knochenapposition nachweisen konnte (Formigginis M.S. 1947). Daraus entwickelten sich eine Vielzahl von Modifikationen, wie z.B. die Chèrchève-Schraube oder die Tantalnadel nach Scialom (Brinkmann, A.1999; Watzek G. 2000).

Parallel dazu entwickelte Müller 1937 die sog. subperiostale Einlagerung von Implantaten, welche in den 50zigen und 60zigen noch weitere Verbreitung fand. Diese Methode scheiterte allerdings aufgrund des hohen Aufwands, sehr unterschiedlicher Erfolgsraten und der erhöhten Explantationsmorbidity (Watzek G. 2000).

In den 70zigen Jahren kam es wieder zu einer verstärkten Hinwendung zu enossalen Implantaten. Dabei sollten zahnwurzelähnlich geformte Implantate die sog. Extensionsimplantate (Blattimplantate) weitgehend vom Markt verdrängen (Watzek G. 2000). Den Durchbruch in der enossalen Implantologie schuf dabei die Arbeitsgruppe um Branemark. Durch intensive Grundlagenforschung fanden sie per Zufall eine hohe Akzeptanz von Titan in menschlichem Knochengewebe. Dieses Phänomen bezeichnete Branemark als Osseointegration und stellte als Erster die Forderung nach einer sorgfältigen, atraumatischen und „sterilen“ Operationstechnik mit genormtem Bohrinstrumentarium (Branemark P.I. et al. 1969; Branemark P.I. et al. 1985). Dazu entwickelte er zusammen mit Kollegen eine Schraube aus Reintitan, benutzt als zweiphasiges System mit entsprechendem Instrumentarium und prothetischen Verbindungselementen. Heute, etwa 40 Jahre nach den ersten aussagekräftigen Studien Branemarks in der dentalen Implantologie, haben seine Erkenntnisse immer noch Bestand, sind lediglich fortgesetzt und modifiziert worden und sorgten bis jetzt für eine rasante Entwicklung einer Vielzahl unterschiedlichster Implantatsysteme (Watzek G. 2000). Durch eine Stellungnahme der DGZMK etablierte sich die Implantologie 1998 zudem als anerkannte Therapiemaßnahme (Spiekermann H. 1998). Aufgrund des heutigen Stands in der dentalen Implantologie war eine beinahe grenzenlose Indikationsausweitung möglich, welche nicht zuletzt wegen der Entwicklung neuer komplexer chirurgi-

scher und prothetischer Methoden zu einem erhöhten Anspruchsdenken bezüglich Funktion, Ästhetik und Langzeiterfolg führte (Abbildung 1,2; Koeck B., Wagner W. 2004).

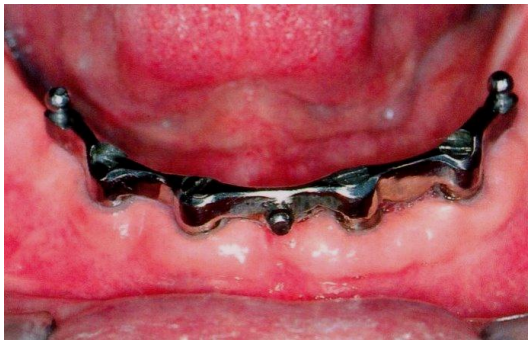


Abbildung 1: Bild Stegkonstruktion



Abbildung 2: Bild Ästhetik (Frontzähne)

So konnte gezeigt werden, dass das geschlossene Verfahren, wie es bei Branemark lange Zeit gefordert war, für den Implantationserfolg hinsichtlich Funktion und Ästhetik nicht zwingend erforderlich ist und dass Implantate bei entsprechender Berücksichtigung anatomischer, chirurgischer und prothetischer Aspekte auch im einzeitigen Verfahren unter Sofortversorgung inseriert werden können, ohne dabei die Osseointegration der Implantate zu gefährden (Abbildung 3; Buser D. et al. 1997; Attard N.J., Zarb G.A. 2005).



Abbildung 3: Ein- und zweiteiliges Implantat

1.1.2 Einteilung der Implantate

Die rasante Entwicklung verschiedenster Implantatsysteme machte den Markt schnell unübersichtlich. Um einen Überblick über die verschiedenen Systeme zu erhalten, sollten diese nach bestimmten Kriterien eingeteilt werden. Hierzu gehören zum Einen die Bedeckung des Implantats, die Lage des Implantats, der Implantationszeitpunkt, der Einheilungsmodus, zum Anderen das Implantatmaterial, die Implantatform und die prothetischen Versorgungskonzepte (Wagner W., Koeck B. 2004a).

Nach Wagner und Koeck erfolgt eine erste allgemeine Einteilung der Implantate in geschlossene (subgingival einheilende) und offene (transgingival einheilende) Implantate (Wagner W., Koeck B. 2004a).

Dabei kann eine intramuköse, subperiostale oder enossale Platzierung der Implantate erfolgen. Heute hat sich nach den erfolgreichen Studien der Arbeitsgruppe um Branemark vor allem die enossale Im-

plantation mit einem funktionell belastbaren, direkten knöchernen Kontakt durchgesetzt (Arvidson K. et al. 1990).

Innerhalb der Gruppe der enossalen Implantate können Zylinder-, Schrauben-, Blatt- und konische Implantate unterschieden werden. Doch haben die rotationssymmetrischen pfostenförmigen Implantate die Extensionsimplantate nahezu verdrängt (Al Nawas B. et al. 2000).

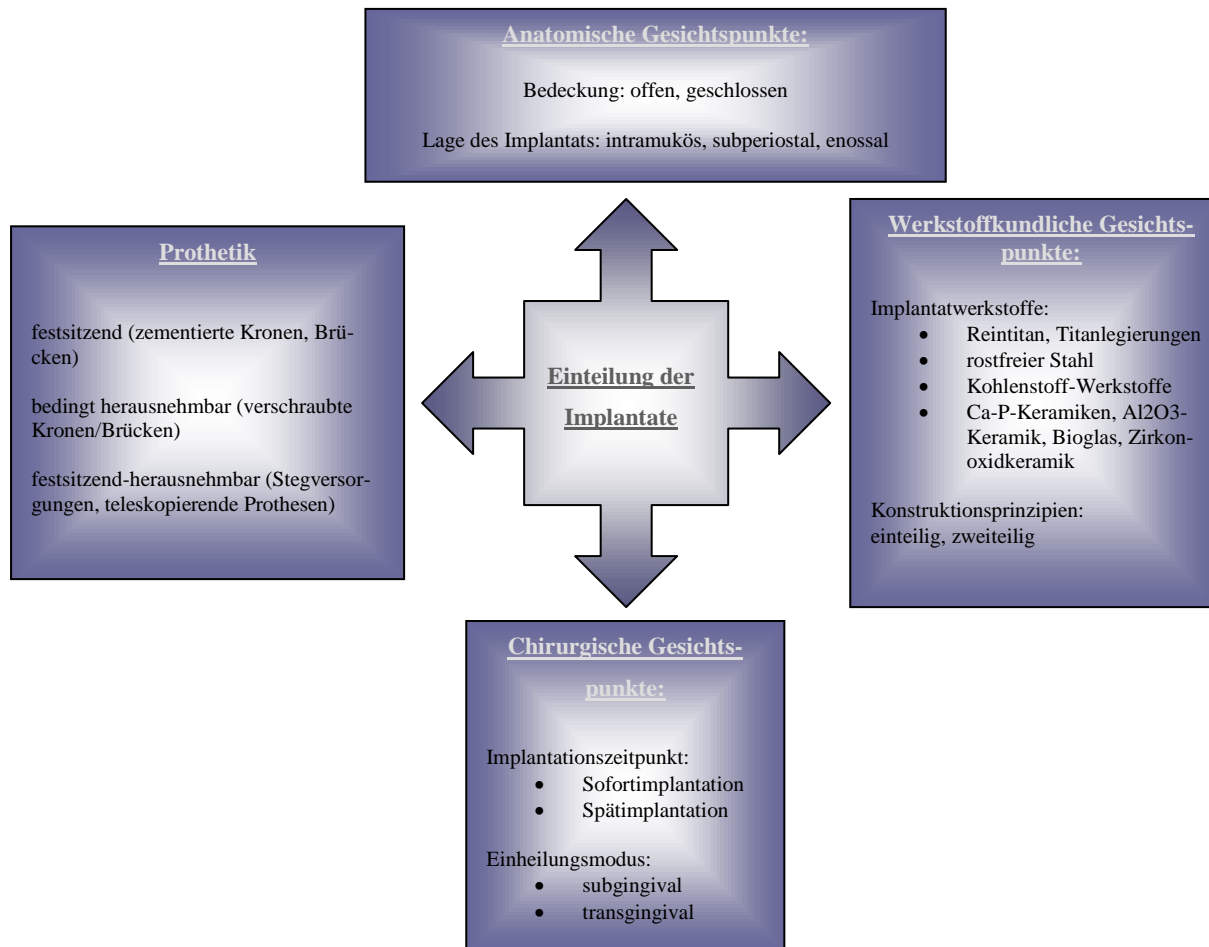
Eine weitere Einteilung der Implantatsysteme kann nach den Implantatmaterialien erfolgen. Dabei hat sich unter den verschiedenen Materialien Titan mit seinen unterschiedlichen Oberflächenmodifikationen (glatt, aufgeraut, geätzt etc.) in der Implantologie etabliert und gilt derzeit aufgrund seiner positiven chemisch-biologischen und mechanischen Eigenschaften als Goldstandard (Lautenschlager E.P., Monaghan, P. 1993). Die Entwicklung im Bereich der Zirkonoxidkeramikimplantate liefert allerdings aufgrund ähnlicher Bioverträglichkeit wie beim Titan und einer verbesserten Weichgewebsanlagerung sehr viel versprechende Ergebnisse (Sollazzo V. et al. 2007a,b).

Implantate können post extractionem bzw. als verzögerte Sofortimplantate (6-8 Wochen post operativ) oder nach entsprechender Abheilungszeit als Spätimplantate inseriert werden. Dabei erhofft man sich von der Sofortimplantation neben einer verkürzten Behandlungszeit eine gesteigerte präventive Wirkung hinsichtlich Ästhetik und Knochenabbau (Finne K. et al. 2007). Außerdem kann zwischen einer einphasig-transgingivalen und einer zweiphasig-subgingivalen Einheilung unterschieden werden. Während bei letzterer stets zweiteilige Systeme verwendet werden, können bei der einphasigen Methode ein- oder zweiteilige Systeme zur Anwendung kommen. Hier kann man zwischen einer primär belasteten und einer unbelasteten Einheilung unterscheiden.

Im Rahmen der Prothetik ist folgende Einteilung möglich (Hubáľková H., Linetskiy I. 2006; Batenburg R.H. et al. 1998): festsitzender Zahnersatz (zementierte Brücken/Kronen), bedingt herausnehmbarer Zahnersatz (verschraubte Brücken/Kronen) und kombiniert festsitzend-herausnehmbarer Zahnersatz (teleskopierende Prothesen, Stegkonstruktionen).

Abbildung 4 gibt eine kurze Übersicht über die Einteilung der Implantate (Wagner W., Koeck B. 2004a).

Abbildung 4: Implantateinteilung



1.2 Implantatmaterialien

Albrektsson fand heraus, dass zum Erreichen einer erfolgreichen Osseointegration neben chirurgischen Aspekten (Lagerpräparation, Zustand des Implantatbettes) vor allem auch werkstoffkundliche Gesichtspunkte wie das verwendete Biomaterial, das Implantatdesign und seine Oberflächenmodifikationen eine bedeutende Rolle spielen (Albrektsson T. et al. 1981). Neben den grundsätzlichen biologisch-mechanischen Anforderungen an Implantatmaterialien (Al Nawas B., Wagner W. 2004), ist das Reaktionsverhalten der verwendeten Werkstoffe mit den anlagernden Weich- und Hartgeweben von großer Bedeutung (Behneke A. et al. 2002). Außerdem sollte die Interaktion mit den biologisch-chemischen Verhältnissen und anderen Materialien in der Mundhöhle (z.B. Metalle) Berücksichtigung finden (Al Nawas B., Wagner W. 2004; Morra M. 2007).

1.2.1 Biomaterial

Der Standard in der dentalen Implantologie ist heute Titan und seine Legierungen. Titan wurde im Lauf der letzten Jahrzehnte in seinen materialtechnischen (Legierungen, Makrostrukturierung) und biologischen (Mikrostrukturierung mit bioaktiven Substanzen) Eigenschaften immer weiter optimiert und ist mittlerweile sehr gut dokumentiert (Lautenschlager E.P., Monaghan P. 1993; Bargel H.J.,

Schulze G. 1994; Bachle M., Kohal R.J. 2004). Durch die stete Entwicklung konnte das Indikationsgebiet von Titanimplantaten auch auf solche Bereiche erweitert werden, bei denen z.B. grazile Implantate notwendig werden. Ein Beispiel dafür ist das aus Titan bestehende NobelDirect™3.0-Implantat der Firma NobelBiocare™ (Abbildung 5).



Abbildung 5: NobelDirect™ 3.0 Implantat

Doch es mehren sich mittlerweile auch die Kritiken gegenüber dem Werkstoff Titan. So gibt es einige Studien, welche einen negativen Einfluss von Titan auf bestimmte Zell- und Stoffwechselprozesse vermuten lassen (Stejskal J., Stejskal VD. 1999a,b; Weingart D. et al. 1994). Diese wissenschaftlichen Untersuchungen zeigen, dass negative biologische Einflüsse von Titan ausgehen können. Nicht zuletzt deswegen kamen Forderungen nach metallfreien Zahnimplantaten als Alternative auf. Keramische Implantate zeigen ein nur geringes Korrosionsverhalten und sind zudem geringe chemisch-elektrische Leiter. So werden keramische Materialien wie Aluminium- und Zirkonoxid mittlerweile seit einigen Jahren auch in der Zahnmedizin verwendet. Dies ist zum Einen auf die positiven biologischen Eigenschaften (Biokompatibilität, Ästhetik) (Lüthy H. et al. 1996; Kohal R.J. et al. 2004; Sollazzo V. et al. 2007a,b; Degidi M. et al. 2006), zum Anderen aber auch auf die guten mechanischen Spezifikationen (Biegefestigkeit, Härte, Risszähigkeit) ähnlich denen von Titan zurückzuführen (Tabelle 1; Stevens R. 1996, Albrektsson T. et al. 1988).

Als Nachteilig bei der Anwendung von Zirkonoxidimplantaten erweist sich jedoch die werkstoffbedingte Herstellung als einteilige Implantate. Dieses konstruktionsbedingte Defizit macht den Behandler relativ unflexibel, da er häufig erst intraoperativ entscheiden kann, ob eine offene Einheilung (bei einteiligen Implantaten zwangsweise) möglich ist. So hat er aber bei Zirkonoxidimplantaten nicht die Möglichkeit auf die geschlossene Einheilung umzuschwenken. Diese ist vor allem dann indiziert, wenn keine ausreichende Primärstabilität erreicht werden kann. Studien von Tarnow zeigten nämlich, dass es bei Mikrobewegungen größer als 100µm zu höheren Implantatverlusten aufgrund einer bindegewebigen Einscheidung des Implantats kommen kann (Tarnow D.P. et al 1997). Problematisch ist auch die bis dato unzureichende Dokumentation von Zirkonoxidimplantaten, zu denen es

bisher fast ausschließlich Tier- und In-vitro-Studien gibt (Albrektsson T. et al. 1986; Kohal R.J. et al. 2002; Schultze-Mosgau S. et al. 2000).

Aufgrund der bis heute noch schlechten Dokumentation und den geringen Erfahrungswerten bei Keramikimplantaten, sowie dem neuen Konzept der Sofortimplantation bei Sofortversorgung wurde in nachfolgender Studie Titan eingesetzt.

Ein Vergleich von Implantatwerkstoffen zu Referenzmaterialien wird in Tab. 1 durchgeführt (Marx R., Bieniek H. 1998). Titan und seine Legierungen weisen dabei ähnliche mechanische Eigenschaften (E-Modul, Härte) wie Schmelz auf und zeigen hinsichtlich der Biege-, Scher-, und Zugfestigkeit eine hohe Stabilität auf (Al Nawas B. et al. 2004). Dagegen weisen die keramischen Werkstoffe hinsichtlich ihrer Härte und des E-Moduls unphysiologisch hohe Werte auf, die sogar die von Stahl übertreffen. Zudem zeigt vor allem die Aluminiumoxidkeramik bezüglich der Bruchzähigkeit und Dehngrenze relativ niedrige Werte, die die Keramik spröde und wenig biegefest macht (Gehre G. 2000, Al Nawas B. et al. 2004).

Tabelle 1: Mechanische Kennwerte alloplastischer Materialien und Referenzmaterialien nach Marx et al. (Marx R., Bieniek H. 1998).

	Bruchzähigkeit ($\text{Mpam}^{1/2}$)	Dehngrenze ($\text{Rp}_{0,2}$ (Mpa))	E-Modul (Gpa)	Härte (HB, HV)
Titan (unlegiert)	77	580	100	HB 200
TiAl6V4	72	1160	105	HB 300
Al₂O₃ polykristallin	2,8 – 6	160 – 600	300 – 410	HV 1500 – 1930
ZrO₂ (teilstabilisiert)	4,6 – 15	350 – 1400	220	HV 700 – 1700
Schmelz	0,7 – 1,3	35	84	HK 340
Dentin	3,8	60	15 – 20	HB 60 – 70
Komposit	1,0 – 1,5	17 – 41	5 - 25	HB 15 – 40
Stahl	> 100	1000-2000	200 – 300	HB 170 - 350

1.2.2 Implantatdesign

Der enossale Implantatanteil hat allgemein die Aufgabe, Kaukräfte an die Umgebung weiter zu übertragen, dabei das Knochenangebot optimal auszunutzen und so über eine funktionelle Krafteinleitung zum Erhalt des Knochens beizutragen (Al Nawas B., Wagner W. 2004). Im Lauf der Zeit entwickelten sich die Implantatformen hin zu rotationssymmetrischen Formen, wobei sich die heute gängigen Implantate mittlerweile nur noch in Details (Schraubengeometrie, Oberflächenbehandlung, Abutmentarchitektur) unterscheiden (Al Nawas B. et al. 2000). Aufgrund einer verbesserten Primärstabilität und reduzierter Mikrobewegungen während der Einheilzeit wird heute generell die Schraubenform propagiert (Al Nawas B. et al. 2006). Zylinderimplantate, konische bzw. stufenförmige Implantate weisen im Vergleich zu den Schraubenimplantaten signifikant höhere Komplikationsraten

sowie schlechtere Langzeitprognosen auf (Albrektsson T. et al. 1986; Pilliar R.M. et al. 1991; Karoussis I.K. et al. 2004; Telleman G. et al. 2006). Das in folgender Studie verwendete NobelDirect™3.0-Implantat besitzt im enossalen Teil ein selbstschneidendes Schraubengewinde und weist am Implantatthals einen zylindrischen bzw. konischen Anteil auf (Abbildung 6).



Abbildung 6: Implantatdesign NobelDirect™3.0-Implantat

Der Durchmesser der Implantate beträgt in der Regel zwischen 3,5 und 5 mm. Für spezielle anatomische Gegebenheiten gibt es auch größere Durchmesser. Implantate mit einem Durchmesser von weniger als 3,5 mm sollten vor allem bei den zweiteiligen Systemen aufgrund geringerer Überlebensraten etwas restriktiver behandelt werden (Higuchi K.W. et al. 1995, Winkler S. et al. 2000). Deshalb wird in folgender Studie ein einteiliges 3,0mm-Implantat verwendet. Hinsichtlich der Langzeitprognose kleiner Implantatdurchmesser konnten einige Autoren in Untersuchungszeiträumen von 5-7 Jahren Erfolgsraten zwischen 95,3% und 98,7% feststellen (Vigolo P. et al. 2004; Zinsli B. et al. 2004; Romeo E. et al. 2006). Durchmesser von weniger als 3mm sind sowohl bei ein-, als auch zweiteiligen Systemen abzulehnen, da das Frakturrisiko bei Belastung zu hoch erscheint (Winkler S. et al. 2000; Zinsli B. 2004).

Bei der Wahl des Implantates sollte stets der Implantatdurchmesser in Relation zur Implantatlänge stehen. So sollte beim Einsatz eines durchmesserreduzierten Implantates eine ausreichende Implantatlänge berücksichtigt werden. Zum Einen dienen dabei größere Implantatlängen zur Vergrößerung der Anlagerungsfläche von Knochen mit Erhöhung der Implantatstabilität. Zum Anderen senken längere Implantate Spannungsspitzen bei Belastung im Knochen, die auf Dauer zum Verlust des Implantates führen können (Petrie C.S., Williams J.L. 2005; Himmlová L. et al. 2004).

1.2.3 Oberflächenmodifikation

Zur Verbesserung der osseointegrativen Eigenschaften von Implantaten wurden im Lauf der letzten Jahrzehnte verschiedene Oberflächenstrukturierungen entwickelt. Dazu gehören einerseits Makrostrukturierungen (Gewindestrukturierungen, Lakunen, Perforationen, Poren, Rillen), andererseits Mikrostrukturierungen. Während Makrostrukturierungen für die entsprechende Primärstabilität sorgen sollen, fördern Mikrostrukturierungen durch erhebliche Vergrößerung der Oberfläche die Anlagerung

von Osteoblasten und beschleunigen damit das Einheilen der Implantate. Die Oberflächenmodifikation kann dabei durch zwei Verfahren bewerkstelligt werden (Al-Nawas B., Wagner W. 2004):

1. Additive Verfahren (starke Rauigkeit)
2. Ablative Verfahren (mittlere bis starke Rauigkeit)
3. Kombiniert geätzt und gestrahlt

Bei den additiven Verfahren erfolgt eine Aufschmelzung bzw. eine Aufsinterung bestimmter Substanzen. Dazu werden beispielsweise eine Titanplasma-spray (TPS)- oder HA-Beschichtung eingesetzt (Abbildung 7,8; Buser D. et al. 1997). Als nachteilig erweist sich allerdings der schwache Verbund der Schicht mit dem Implantat, der zu einem Lösen von Titanpartikeln führen kann, die sich in Organen und Lymphknoten ablagern und zudem auch Zell- und Stoffwechselprozesse negativ beeinflussen können (Moser W., Nentwig G.-H. 1987; Weingart D. et al. 1994; Stejskal J., Stejskal V.D. 1999).

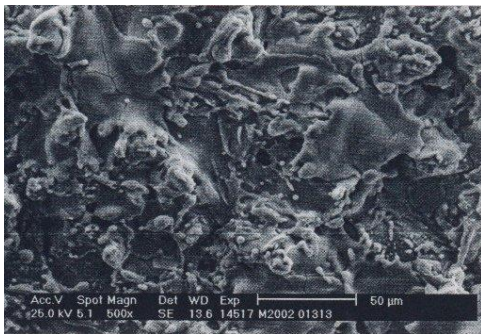


Abbildung 7:
TPS-Beschichtung, Fa. Dentsply Friadent

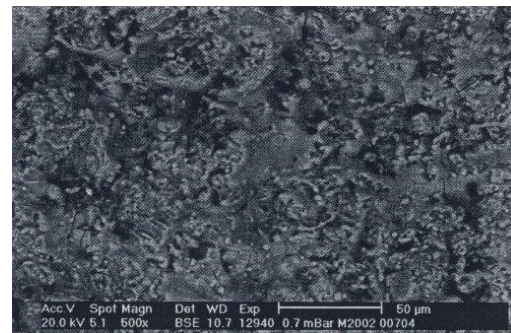


Abbildung 8:
HA-Beschichtung, Fa. Dentsply Friadent

Eine weitere Möglichkeit der Oberflächenstrukturierung ist die ablativ Bearbeitung der Implantatoberfläche durch Ätzen (HF/HNO_3 , H_2SO_4), Sandstrahlen (Al_2O_3 , TiO_2) oder einer Kombination aus beidem (Abbildungen 9, 10, 11). Dadurch konnte neben einer deutlichen Vergrößerung der Oberfläche auch eine signifikante Steigerung der Osseointegration erreicht werden (Buser D. et al. 1998b).

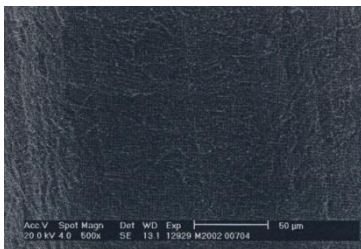


Abbildung 9:
Osteotite, Fa. 3i Implant
Innovations, USA

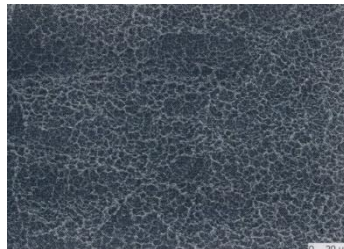


Abbildung 10:
Bimodale Oberflächenstrukturierung (gestrahlt, geätzt)
Dentsply Friadent, Deutschl.

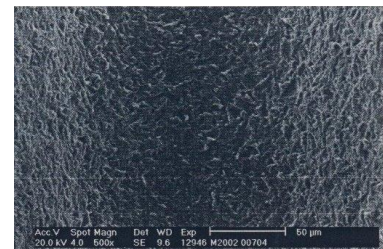


Abbildung 11:
TioBlast, Fa. Astra Tech,
Schweden

Oberflächenmodifikationen können die Osseointegration positiv im Vergleich zu unbehandelten Implantatoberflächen beeinflussen (Buser D. et al. 1991a,b, 1997,1998a; Kieswetter K. et al. 1996a,b; Martin J.Y. et al. 1995; Schwartz Z. et al. 1996; Wennerberg A. et al. 1995, 1996a,b). Dies zeigt auch die neueste Studie von Al Nawas, der einen ersten tierexperimentellen histologischen Nachweis einer solchen Beeinflussung der Osseointegration erbringen konnte (Al Nawas B. et al. 2008). So gibt es mittlerweile auch experimentelle Hinweise auf ein mittleres Rauigkeitsoptimum für die Einheilung in vivo (Wennerberg A. et al. 1996a,b), aber auch die Topografie scheint die knöcherne Einheilung zu beeinflussen (Moberg L.E. et al. 2001). Darüber hinaus bestehen experimentelle Befunde, dass es durch chemische Modifikation der Oxidoberfläche (z.B. Fluoridierung oder Kollagenankopplung) zu einer deutlichen Verbesserung des physikochemischen Verbundes kommt (Knabe C. et al. 2004; Park B.S. et al. 2005). Der entsprechende Nachweis hierfür muss aber erst noch erbracht werden.

Bei dem in der Studie verwendeten NobelDirect™3.0-Implantat wurde eine sog. TiUnite™-Oberfläche als Mikrostrukturierung verwendet. Diese Oberflächenstruktur wird durch anodische Oxidation gebildet und gehört in die Gruppe der ablativen Oberflächen mit mittlerer Rauigkeit (Cacaci C. et al. 2006a). Dabei zeichnet sich die TiUnite™-Oberfläche durch eine kontrolliert nach apikal stärker werdende Titanoxidschicht aus (Abbildung 12). Die Rauigkeitswerte im koronalen Teil sind vergleichbar mit der maschinengefrästen Brånemark™-Oberfläche. Dabei konnte neben osteokonduktiven Eigenschaften (erhöhte Knochenbildung) auch eine Differenzierung von Mesenchymzellen zu Fibro- und Osteoblasten festgestellt werden (Buser D. et al. 1991a,b; Martin J.Y. et al. 1995; Wennerberg A. et al. 1995, 1996b; Kieswetter K. et al. 1996a; Schwartz Z. et al. 1996).

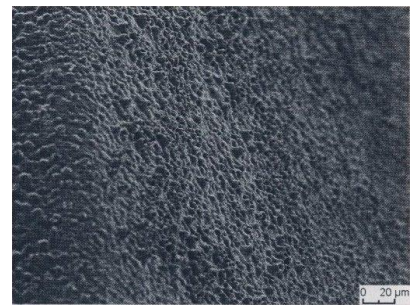


Abbildung 12: TiUnite, Fa. Nobel Biocare, Schweden

1.3 Indikationsstellung und Kontraindikationen

Durch die ständige Entwicklung neuer Operationsmethoden (gesteuerten Geweberegeneration, Knochenaugmentationsverfahren, Einsatz von Knochenersatzmaterialien, Kallusdistraction, Nervtransposition) konnte die Indikation zur Implantation immer weiter gefasst werden. So kann man heute in solchen Regionen implantieren, in denen kein ausreichendes vertikales oder horizontales Knochenangebot vorhanden ist.

Dabei sollte im Vorfeld stets durch eine exakte Diagnostik und Planung die Behandlungs- und Versorgungsalternativen erörtert werden. Die Wahl des geeigneten Therapiekonzeptes sollte dazu sowohl aus prothetischer als auch aus chirurgischer Sicht abgewogen werden.

Aus prothetischer Sicht können vier Indikationsklassen unterschieden werden:

- Klasse I: Einzelzahnersatz
- Klasse II: Freundsituation
- Klasse III: Pfeilvermehrung (weite Brückenspanne)
- Klasse IV: Zahnloser Kiefer

Aus chirurgischer Sicht ist zu beurteilen, ob eine implantatprothetische Versorgung patientenbezogen umsetzbar ist. Dazu wurden im Lauf der letzten Jahrzehnte Risikofaktoren und Kontraindikationen formuliert. So definieren Zarb und Lewis 1992 vier allgemein-medizinische und zwei lokale Kontraindikationen (Tabelle 2; Zarb G., Lewis D.W. 1992; Koeck B., Wahl G. 2004).

Allgemeine Kontraindikationen:	Lokale Kontraindikationen:
• Gesundheitszustand	• Schwierige Kieferrelation
• Unrealistische Patientenerwartung	• Mangelhafte Knochenmorphologie
• Psychosen	
• Drogenabusus	

Tabelle 2: Kontraindikationen nach Zarb und Lewis 1992

Diese Einteilung erfordert von den behandelnden Zahnärzten und Ärzten ein hohes Verantwortungsbewusstsein, da sie individuell über das Risiko-Nutzen-Verhältnis der Therapiemöglichkeiten entscheiden müssen (Buser D. et al. 2000; Koeck B., Wahl G. 2004).

Ein weiteres Problem sind mangelnde Studien zu diversen Grunderkrankungen vor allem bezüglich der Langzeitprognose. So gibt es nur zu sehr wenigen Erkrankungen relativ zuverlässige Ergebnisse und Erfolgsraten für Implantatversorgungen bei entsprechenden Personengruppen (Dao T.T. et al. 1993; Starck W.J. et al. 1995; Behneke A. et al. 1998; Wagner W. et al. 1998; Fiorellini J.P. et al. 2000; Moy P.K. et al. 2005; Yerit K.C. 2006).

Um eine patientenbezogene Entscheidung zu erleichtern, wurde von der ITI-Gruppe im Rahmen eines umfangreichen Konsensus-Papieres eine Abstufung von Risiko- und Hochrisikofaktoren diskutiert (Tabelle 3; Buser D. et al. 2000).

Risikofaktoren:	Hochrisikopatienten:
• Vorbestrahlter Knochen	• Schwerwiegende systemische Erkrankungen
• Schwerer Diabetes mellitus	• Immunkompromittierte Patienten
• Hämorrhagische Diathesen	• Drogenabusus
• Starkes Rauchen	• Unkooperativer Patient
• Bisphosphonattherapie iv	

Tabelle 3: Risiko- und Hochrisikofaktoren. Konsensus-Papier der ITI-Gruppe.

Als problematisch zeigt sich heute auch die Therapie mit Bisphosphonaten, welche häufig mit Osteonekrosen assoziiert sind und zu einer erhöhten Implantatverlustrate beitragen (Piesold J.U. et al. 2006; Wang H.L. et al. 2007, Grötz K.A. et al. 2007, 2008, 2009).

Die lokalen Kontraindikationen treten hingegen durch die Vielzahl neuer Operationsverfahren immer mehr in den Hintergrund, so dass als hochrisikobehaftete Erkrankungen nur noch Knochensystemerkrankungen wie Morbus Paget, Osteomalazie, oder therapieresistente, rezidivierende Mundschleimhautveränderungen eine Implantation verhindern (Koeck B., Wahl G. 2004).

1.4 Präoperative Maßnahmen

1.4.1 Diagnostik und Aufklärung

Die prächirurgisch-prothetische Diagnostik und Planung, sowie die Festlegung eines patientenspezifischen Therapieplanes sind neben einem korrekten operativen und rekonstruktiven Vorgehen wichtige Parameter für ein qualitativ hochwertiges Behandlungsergebnis sowie für den klinischen Langzeiterfolg mit implantatgetragenen Rekonstruktionen.

So geben eine ausführliche medizinische und zahnärztliche Anamnese sowie eine klinische und radiologische Befunderhebung unter Berücksichtigung allgemeiner und lokaler Kontraindikationen Aufschluss über die Indikationsstellung einer Implantatversorgung (Tabelle 4, Lambrecht J.Th., Besimo Ch.E. 2004; Cacaci C. et al. 2006b).

Tabelle 4: Anamnese und Diagnostik

Allgemeinmedizinische Anamnese	Zahnärztliche Anamnese		Radiologische Diagnostik
	extraoral	intraoral	
<ul style="list-style-type: none"> • Vorerkrankungen • Medikation • Gewohnheiten • Sozioökonomische Anamnese • Psychologische Anamnese • Familienanamnese 	<ul style="list-style-type: none"> • Kiefergelenke • Skelettale Struktur des Gesichtsschädels • Kaumuskulatur • Lachlinie 	<ul style="list-style-type: none"> • Mundhygiene • Zahnbefund • Platzangebot • Palpation der Kieferkämme • Ästhetik in der Front • Gegenbezahnung • Funktionsbefund • Gingivazustand 	<ul style="list-style-type: none"> • Einzelzahnfilm • OPT • DVT • CT

Nach der Diagnostik erfolgt die Erstellung eines Therapieplans. Zum Schluß wird der Patient über das Therapievorgehen und seine Risiken aufgeklärt (Lambrecht J.Th., Besimo Ch. E. 2004, Weibrich G. 2004; Cacaci C. et al. 2006c).

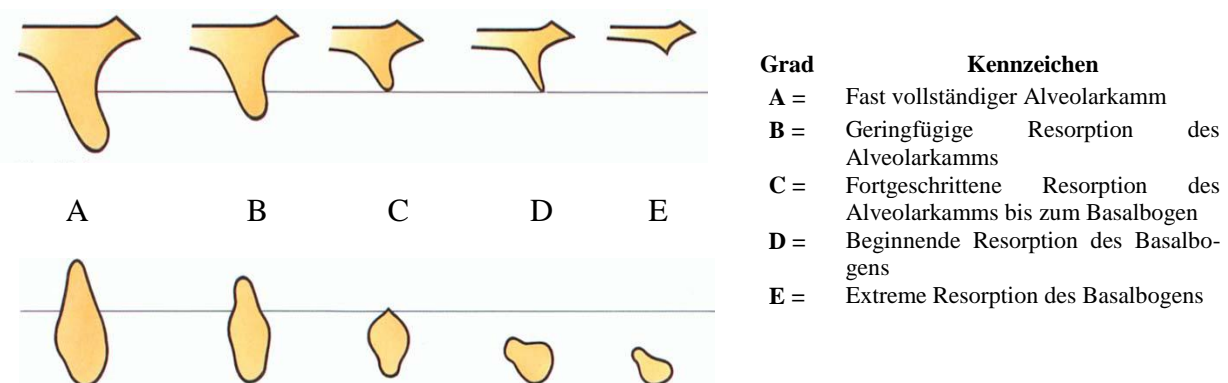
1.4.2 Präoperative Entscheidungen und implantologische Planung

Resorptionsverhalten von Extraktionsalveolen und präventive Maßnahmen

Zunächst sollte die Ursache und der Zeitpunkt des Zahnverlustes geklärt werden, da sich Rückschlüsse auf den Zustand des Knochens ziehen lassen und dies unter Umständen über das weitere therapeutische Vorgehen entscheidet.

Besteht eine Zahnücke bereits längere Zeit, so kann man Resorptionserscheinungen durch Knochenumbau („bone remodelling“) feststellen, da nach Zahnextraktion eine Ossifikation der Alveole nur zu etwa zwei Drittel der ursprünglichen Knochenhöhe stattfindet. Dabei hängen die Veränderungen der Knochendimension eng mit dem Verhalten des unter Lindhe untersuchten und von ihm als „bundle bone“ bezeichneten Bündelknochens zusammen (Araújo M.G. et al. 2005a, 2006a; Botticelli D. et al. 2004, 2006; Araújo M.G., Lindhe J. 2005b). Dieser ist wichtiger Bestandteil des Desmodonts, da hier die Sharpey´schen Fasern in den Knochen einstrahlen und so den Knochenumbau aufgrund der Belastungsverteilung reguliert (Araújo M.G., Lindhe J. 2005b; Botticelli D. et al. 2006; Araújo M.G. et al. 2006a,b). Nach Extraktion des Zahnes wird der Bündelknochen wegen der fehlenden Belastung komplett resorbiert. Problematisch scheint dabei eine bukkale Knochendicke von weniger als 1,5mm zu sein, da diese fast ausschließlich aus Bündelknochen besteht (Araújo M.G. et al. 2005a, 2006a,b; Araújo M.G., Lindhe J. 2005b). Dies kann man vor allem im Unterkieferfrontzahnbe- reich beobachten, da hier meist nur eine dünne labiale Knochenlamelle zu finden ist. Bei dünnen gingivalen Biotypen sind nicht nur in der Unterkieferfront, sondern auch bei fast allen anderen Zähnen überwiegend dünne bukkale Knochenlamellen zu beobachten (Araújo M.G. et al. 2006a,b). Des Weiteren hängt der Atrophiegrad von der Ursache des Zahnverlustes, der Zahl der fehlenden Zähne, der Dauer der Zahnlosigkeit, dem Extraktionsvorgehen und eventuell bereits eingeleiteter präventiver Maßnahmen ab. Einige Autoren klassifizierten den Kieferknochen im Ober- und Unterkiefer nach Resorptionsklassen basierend auf der Querschnittsform, die eine Analyse des Kieferknochens prä implantationem ermöglicht (Lekholm U., Zarb G.A. 1985; Fallschüssel, Adwood 1986). In folgender Abbildung erfolgt die Klassifikation der Resorptionsgrade nach Lekholm und Zarb (Abbildung 13). Analog finden sich auch verschiedene Klassen für den Oberkiefer sowie das Seitenzahngebiet.

Abbildung 13: Klassifikation der Resorptionsgrade (Lekholm U., Zarb G.A. 1985).



Um das Ausmaß des Knochen- bzw. abbaus post extractionem zu verhindern, werden heute verschiedene präventive Maßnahmen propagiert mit dem Ziel der sogenannten „socket preservation“, also dem möglichen Erhalt des Knochenvolumens in allen drei Raumebenen.

Zu diesen Maßnahmen gehören das Einbringen von Eigenknochen und/oder Knochenersatzmaterial in die Extraktionsalveole, sowie der Verschluss der Alveole mit einem Schleimhauttransplantat (Langer B., Calna L. 1980; Seibert J.S. 1991; Buser D. et al. 1996; Zitzmann N.U. et al. 2001a,b).

Eine weitere Möglichkeit ist die Sofortimplantation (Araújo M.G. et al. 2005a), eventuell kombiniert mit augmentativen Maßnahmen. Dabei erwartet man sich bei schonender Extraktion der Zahnwurzel und umsichtiger Implantation bei mikrochirurgischem Vorgehen resorptive Vorgänge des Hart- und Weichgewebes weitgehend vermeiden zu können. Dabei scheint das Ausmaß der Resorptionsrate deutlich geringer zu sein, je besser die Alveole erhalten bzw. je schonender, je atraumatischer der Zahn extrahiert und je sorgfältiger das Implantat positioniert - Beachtung der sogenannten „jumping distance“ - worden ist (Araújo M.G. et al. 2005a; Botticelli D. et al. 2006). Araújo konnte allerdings bei diesen Maßnahmen bisher keine signifikanten Erfolge feststellen. So zeigten sich deutliche Resorptionen nach der Implantation in Extraktionsalveolen (Araújo M.G. et al. 2005a, 2006a,b; Botticelli D. et al. 2006).

Vorteilhaft bei dieser Behandlung ist allerdings die Verbesserung des Patientenkomforts durch Reduktion der Behandlungszeiten und des Behandlungsaufwands. Nachteilig erweisen sich eben retraktive bzw. resorptive Prozesse im Bereich der Mukosa oder des Knochens, da korrigierende Eingriffe kaum mehr möglich sind.

Röntgenologische Planung

Heute stehen bei der Planung von implantatgestütztem Zahnersatz eine Vielzahl bildgebender Verfahren zur Verfügung. Die Auswahl der Aufnahmetechnik richtet sich dabei nach anatomischen und rekonstruktiven Problemstellungen. Zur Bestimmung des vertikalen Knochenangebotes können ein Einzelzahnfilm oder ein OPT erstellt werden. Dabei kann mittels speziell angefertigter Schablonen, in denen Stahlkugeln bzw. Bohrhülsen eingearbeitet sind, das vertikale Knochenangebot am Röntgenbild errechnet werden. Danach richtet sich schließlich die Wahl der entsprechenden Implantatlänge. Bei entsprechenden Indikationen kann auch eine DVT-Aufnahme notwendig sein.

Chirurgische und prothetische Planung

Ziel der Planung, ist das Erreichen eines optimalen Emergenzprofils und somit eine funktionelle, ästhetisch optimale Weichgewebsanlagerung an die Implantatkrone. Dabei sollen sich Krone, Hart- und Weichgewebskonturierung harmonisch und unauffällig in das klinische Gesamtbild einfügen. Eine exakte Voraussage des klinischen Endergebnisses ist generell zwar nicht möglich, dennoch kann man

durch eine exakte chirurgische und prothetische Planung den Behandlungserfolg maßgeblich beeinflussen.

Die Wahl des Implantatsystems kann bereits Einfluss auf den Behandlungserfolg nehmen. So war es bisher nur schwer möglich, im Unterkieferfrontzahnbereich sowie im Oberkiefer im Bereich der seitlichen Schneidezähne Implantate zum Ersatz einzelner Schneidezähne zu inserieren. Grund hierfür waren meist die geringen Durchmesser der Schneidezähne in mesiodistaler Richtung und damit das mangelnde Platzangebot. Tabelle 5 verdeutlicht die Problematik.

Aus diesem Grund wurden im Lauf der Zeit durchmesserreduzierte Implantate (\varnothing 3,0-3,3mm) entwickelt. Ein Beispiel hierfür ist das in der Studie verwendete NobelDirect™3.0-Implantat.

Tabelle 5: Durchschnittliche Zahndurchmesser nach Wheeler und Ash (Wheeler RC., Ash M. 1984) sowie Mühlreiter, de Jonge-Cohen und Carlsen (Mühlreiter F. 1912, Carlson O. 1972)

Kieferhälfte	Zähne	Bukkolingualer Durchmesser an der Schmelz-Zement-Grenze	Mesiodistaler Durchmesser an der Schmelz-Zement-Grenze
Oberkiefer	Mittlerer Inzisivus	6,0	7,0
	Lateraler Inzisivus	5,0	4,0
	Eckzahn	7,0	5,5
	Prämolaren	8,0	5,0
	Molaren	10,0	8,0
Unterkiefer	Mittlerer Inzisivus	5,5	3,5
	Lateraler Inzisivus	5,5	4,0
	Eckzahn	7,0	5,5
	Prämolaren	7,0	5,0
	Molaren	9,0	8,5
Werte in mm			

Die Reduktion der Durchmesser war zudem notwendig, weil gewisse Mindestabstände in allen drei Raumebenen erforderlich waren. Diese wurden in den Studien von Tarnow beschrieben (Tarnow D.P. et al. 2000). Buser beschrieb hinsichtlich der Abstände sogenannte Komfort- und Gefahrenzonen, in denen Implantate (nicht) inseriert werden sollten (Buser D. et al. 2004). Für eine optimale Positionierung des Implantats, sollte die Implantatschulter innerhalb der drei räumlichen Komfortzonen (mesiodistal, orovestibulär, koronoapical) zum Liegen kommen (Abbildungen 13-15; Tarnow D.P. et al. 2000; Buser D. et al. 2007).

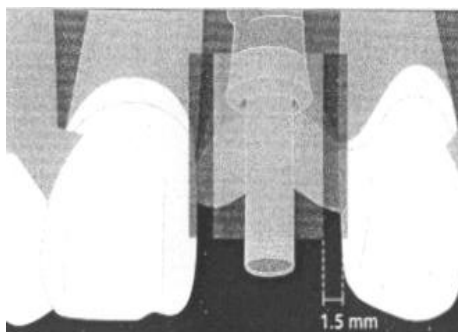


Abbildung 14: Mindestabstand Implantat-Zahn in der mesiodistalen Ebene (Tarnow D.P. et al. 2000)

Die Ergebnisse aus den Studien von Tarnow sind bedingt durch die Ausbildung der biologischen Breite (kleine schüsselförmige Defekte um Implantate), die bei Nichtbeachtung zu erheblichen ästhetischen, aber auch zu funktionellen Problemen führen kann (Berglundh T., Lindhe J. 1996; Cochran D.L. et al. 1997; Hermann J.S. et al. 2000a, 2001a; Tarnow D.P. et al. 2000). Bezüglich des mesiodistalen Abstands konnte Tarnow zeigen, dass der interimplantäre bzw. dentoimplantäre Abstand für die Knochenhöhe von entscheidender Bedeutung ist (Tarnow D.P. et al.

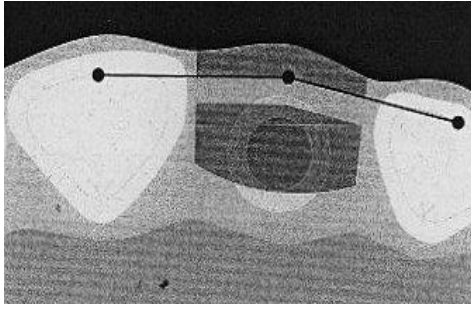


Abbildung 15: Komfort- und Gefahrenzonen in der orofazialen Ebene (Tarnow D.P. et al. 2007)

eingehalten werden, da vom benachbarten natürlichen Zahn keine schüsselförmige Resorption zur Ausbildung der biologischen Breite zu erwarten ist (Abbildung 14; Tarnow D.P. et al. 2000).

In der orovestibulären Ebene sollten vestibulär und oral mindestens 1,5-2mm Restknochendicke vorhanden sein, um eine Resorption des Knochens durch Ausbildung der biologischen Breite zu verhindern (Abbildung 15; Tarnow D.P. et al. 2007). Bei zu weit vestibulärer Positionierung besteht die Gefahr des Durchschimmerns von Anteilen des Implantatalses mit einem unharmonisch weit zervikal liegenden Gingivaverlauf mit verlängerter klinischer Krone (Grunder U. et al. 1996, Grunder U. 1996). Bei eher palatinaler Positionierung muss eine vestibulär bauchige Krone eingesetzt werden, welche eine Schmutznische bildet, die zu entzündlichen Veränderungen der Gingiva oder zu Rezessionen führen kann. Weisgold et al. empfehlen deshalb eine Positionierung des Implantates um 1mm weiter nach apikal pro mm nach palatinal (Weisgold A.S. et al. 1997).

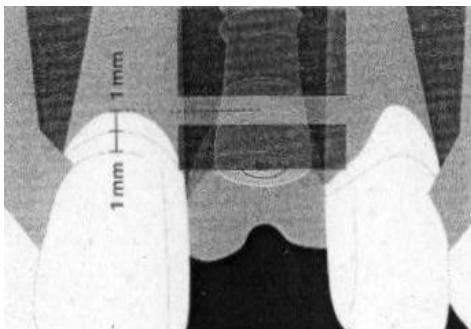


Abbildung 16: Positionierung der Implantatschulter in koronoapikaler Ebene (Hermann J.S. et al. 2000b)

2000). Überlappen sich die Resorptionszonen (schüsselförmige Defekte um Implantate) zweier Implantate kommt es zu einer Verstärkung dieses Effektes (Tarnow D.P. et al. 2000). Dies wiederum zieht einen unvorteilhaften Gingivaverlauf nach sich, der durch die fehlende knöcherne Unterstützung der Weichgewebe verursacht wird (Tarnow D.P. et al. 2000). Daher wird ein interimplantärer Abstand von 3mm angestrebt (Tarnow, D.P. et al. 2000). Bei Einzelzahnimplantaten sollte ein Abstand von mindestens 1,5 mm

In der koronoapikalen Ebene sollte die Implantatschulter etwa 1 mm über dem Alveolarknocheniveau zum liegen kommen (Abbildung 16; Hermann J.S. et al. 2000b). Daraus ergibt sich ein Abstand von etwa 2mm zum bukkalen Gingivarand in der vertikalen Ebene (Hermann J.S. et al. 2000b).

Prothetische Planung

Einfluss auf ein harmonisches Emergenzprofil nimmt auch die prothetische Rekonstruktion. Dabei spielt der Abstand des Kontaktpunktes zur approximalen Knochenkante eine große Rolle. Dieser beeinflusst laut Tarnow unmittelbar die Papillenhöhe zwischen zwei Zähnen (Tarnow D.P. et al 1992). Choquet et al. fanden dabei ähnliche Ergebnisse heraus (Choquet V. et al. 2001). Dabei kam es bei

einem Kontaktpunktabstand von 3-5mm zu einer hundertprozentigen Ausbildung der Papille, die bei 6mm noch etwa 56% und bei 7-10mm nur mehr 0-28% betrug. Henriksson und Jemt fanden jedoch nach Eingliederung der Krone eine spontane Papillenregeneration an Einzelzahnimplantaten, ohne dass ein Zusammenhang zwischen Papillenhöhe und Abstand Kontaktpunkt-Knochen bestand (Henriksson K., Jemt T. 2004). Außerdem sollten sich Form und Farbe der Krone harmonisch in das klinische Gesamtbild einfügen und dabei eine optimale Hygienefähigkeit aufweisen.

Einfluss der Implantatkonstruktion auf den marginalen Knochen

Auswirkungen auf das Emergenzprofil konnten auch systemspezifisch festgestellt werden. Bei den meisten modernen Implantatsystemen haben der Implantatwerkstoff und die Makro- bzw. Mikrostruktur bei korrekter Anwendung kaum mehr einen negativen Einfluss auf das ästhetische Endergebnis. Unterschiede konnten aber zwischen einteiligen und zweiteiligen Systemen gezeigt werden. Bei letzteren wird dabei vor allem der Mikrospace, aber auch die Verbindungsgeometrie zwischen Implantat und Abutment als Ursache für einen krestalen Knochenverlust vermutet. So beschreibt Adell einen krestalen Knochenverlust von 2mm rund um subgingival inserierte zweiteilige Implantate, welche ein Jahr belastet worden sind (Adell R. et al. 1981). Im Gegensatz dazu zeigten einteilige Implantate in Analogie zu den Daten bei zweiteiligen Implantaten einen im entsprechenden Untersuchungszeitraum kleineren Knochenverlust (<1mm) (Buser D. et al. 1988, 1990). Dieses Knochenniveau blieb auch noch Jahre später stabil, wie Buser in einer prospektiven Achtjahresstudie feststellte (Buser D. et al. 1997). In weiteren Studien konnte gezeigt werden, dass sich das Knochenniveau bei einteiligen, transgingival gesetzten Implantaten am Übergang von rauem zu glattem Implantatanteil einpendelte (Cochran D.L., Hermann J.S. 2005). Bei zweiteiligen Implantaten trat nach Aufbringen des Abutments eine krestale Knochenresorption von 1-2mm respektive stets bis zur ersten Schraubenwindung auf (Cochran D.L., Hermann J.S. 2005). Dieses Phänomen war vor allem bei Implantaten mit einer Außenverbindung zwischen Implantat und Abutment zu beobachten. Um diesen Knochenverlust zu verringern, wurde das Prinzip des „platform-switching“ entwickelt. Dazu wird der Mikrospace zwischen Abutment und Implantataußenkante weiter nach innen verlagert (Lazzara R.J., Porter S.S. 2006; Hermann F. et al. 2007). Durch Entwicklung eines Mikrogewindes mit entsprechender Mikrostrukturierung im Bereich des Implantathalses konnten deutliche Verbesserungen der zweiteiligen Systeme bezüglich des marginalen Knochenniveaus erreicht werden (Shin Y.K. et al. 2006; Hermann F. et al. 2007). Weitere Optimierungen der zweiteiligen Implantatsysteme könnten eine Studie von Zipprich anstoßen. Dieser konnte erstmals einen theoretischen Zusammenhang zwischen der Verbindungsgeometrie Implantat-Abutment, Mikrobewegungen und Mikrospace feststellen. Konusverbindungen mit Selbsthemmung (Ankylos™, Astra Tech™) zeigten hier als Einzige keine Mikrobewegungen. Bei allen anderen Implantat-Abutment-Verbindungen ohne Selbsthemmung wird ein durch Mikrobewegungen verursachter Pumpeffekt diskutiert, der einen Einfluss auf die krestale Knochenresorption nehmen könnte (Zipprich H. et al. 2007). Der klinische Beweis für einen signifikanten Einfluss des

Implantat-Abutment-Interfaces auf einen marginalen Knochenverlust muss allerdings erst noch erbracht werden.

Ein weiterer systemspezifischer Unterschied ist bezüglich der Vertikaldimension periimplantärer Weichgewebe (biologische Breite) festzustellen. Die biologische Breite setzt sich aus der Sulkustiefe und der Höhe des epithelialen und bindegewebigen Attachments zusammen (Gargiulo A.W. et al. 1961). Cochran publizierten als eine der ersten die Dimensionen der biologischen Breite um enossale Implantate (Cochran D.L. 1996a,b, 1997; Hermann J.S. et al. 2000a, 2001a). So betrug die biologische Breite bei einteiligen, transgingival gesetzten Implantaten etwa 3,0mm (Cochran D.L. 1996a,b, 1997; Hermann J.S. et al. 2000a, 2001a) und zeigten damit eine hohe Ähnlichkeit zu den Dimensionen bei natürlichen Zähnen (Gargiulo A.W. et al. 1961; Vacek J.S. et al. 1994). Hermann et al. stellten dabei nicht nur eine physiologischerweise geformte, sondern auch eine langfristig stabile Dimensionierung fest (Hermann J.S. et al 2000a). Bei zweiteiligen Systemen zeigte sich bis zur Entwicklung des „platform-switching“ und eines Mikrogewindes im Implantatbereich ein signifikant erhöhter krestaler Knochenverlust mit einem ungünstigeren Gingivaverlauf im Vergleich zu einteiligen, transgingival gesetzten Implantaten (Cochran D.L., Hermann J.S. 2005). Durch die Weiterentwicklungen konnten aber die Vertikaldimensionen periimplantärer Hart- und Weichgewebe bei zweiteiligen Systemen stabilisiert werden.

Durch die gute Dokumentation und die steten Verbesserungen der zweiteiligen Implantatsysteme könnten es einteilige Systeme schwer haben sich durchzusetzen. Zumal bei Verwendung einteiliger Systeme der Handlungsspielraum post operativ äußerst begrenzt ist, da Korrekturen im Bereich der Ästhetik kaum mehr möglich sind. Die Insertion einteiliger Implantate macht sie deshalb auch zu Hochrisikoimplantaten. Dabei spielt maßgeblich das Können und die Erfahrung des Behandlers eine entscheidende Rolle.

In nachfolgender Studie wurde auf Grund des reduzierten Platzangebotes in der Unterkieferfront sowie in regio der oberen seitlichen Schneidezähne das einteilige, durchmesserreduzierte NobelDirect™3.0-Implantat verwendet.

1.5 Operative Methodik

Grundsätzlich sollten bei der Implantation immer systemkonforme Instrumentarien verwendet werden. Abbildung 17 zeigt das in nachfolgender Studie verwendete NobelDirect™3.0-Chirurgie-Set.



Abbildung 17: Chirurgisches Instrumentarium des NobelDirect™3.0-Implantat-Systems.

Die Schnittführung sollte der klinischen Situation entsprechend gewählt werden. So kann bei ausreichender Knochenbreite eine transgingivale Implantation ohne Schnitt durchgeführt werden. Prinzipiell empfiehlt sich allerdings die Implantation mit Lappenbildung, die neben einer besseren Übersicht im Operationsgebiet auch den Erhalt von Mukosa gewährleistet, die bei transgingivaler Implantation zum Teil zerstört wird. Dabei richtet sich die Art der Schnittführung nach den verwendeten Systemvariablen (einphasig/zweiphasig, Anzahl, Position der Implantate), geplanter Zusatztherapien (Vestibulumplastik, Augmentationen) und anatomischer Grenzstrukturen (N. lingualis, N. mentalis, N. alveolaris inferior) (Weibrich G., Wagner W. 2004). Nach der Freilegung von Knochen erfolgt die Präparation des Implantatbettes, die für einteilige wie auch zweiteilige Systeme analog durchzuführen ist. Dazu wurde die Methodik zur Präparation des Implantatbettes in den letzten Jahrzehnten in der Form standardisiert, dass eine normierte Passgenauigkeit bei stufenweise aufsteigendem, schonendem Vorgehen zur Routine geworden ist. In Tabelle 7 werden die von Weibrich und Wagner beschriebenen Implantationsschritte dargestellt (Weibrich G., Wagner W. 2004).

Die Positionierung von Implantaten im Frontzahnbereich zur Versorgung von Einzelzahnlücken sollte sich vor allem nach ästhetischen Aspekten richten. Dabei ist besonders auf eine die Ästhetik maßgeblich bestimmende, ausreichende bukkale Knochendicke zu achten.

Tabelle 7: Übersicht über die üblichen Implantationsschritte nach Weibrich und Wagner (Weibrich G., Wagner W. 2004).

Implantationsschritte	Instrumente
Alveolarkammglättung	Luer-Knochenzange Fräse (Kugel, Birne)
Markierungsbohrung (Positionierung, Ankörnung)	Markierungsbohrer Rosenbohrer
Pilotbohrung (Tiefen- und Richtungsorientierung)	Dünner Drillbohrer Lindemann-Fräse
Erweiterungsbohrung	Zwischenbohrer
Normaufbereitung (Längen- und Richtungsbestimmung)	Normbohrer
Formaufbereitung	Gewindeschneider Stufenbohrer
Implantation (Ziel: Primärstabilität)	Implantat
Verschluss (Schonung der Implantatinnenstruktur)	Deckschraube Guttaperchastift

1.6 Postoperative Maßnahmen

1.6.1 Nachsorge

Die Dokumentation des Operationsverlaufs und des verwendeten Implantatsystems ist seit Januar 1995 vorgeschrieben (siehe Tabelle 8). Diese dient nicht nur für wissenschaftliche Zwecke, sondern auch zur Qualitätssicherung und erscheint auch bezüglich der Forensik als wichtig.

Patientenkenndaten	Implantatkenndaten	Operationsbesonderheiten
Personalien	Implantatort	Antibiose
Risiken	Implantattyp	Komplikationen
Indikation	Chargennummer	Zusatztherapie
Operationsdatum	Implantatdurchmesser Implantatlänge	

Tabelle 8: Inhalte einer minimalen Implantatdokumentation nach Weibrich und Wagner (Weibrich G.; Wagner W. 2004)

Dazu gehört auch die Anfertigung eines postoperativen Röntgenkontrollbildes in Form einer Einzelzahn Aufnahme oder einer Panoramaschichtaufnahme. Zudem kann diese Röntgenaufnahme als Referenzbild für Recalluntersuchungen hinsichtlich der Beurteilung des Knochniveaus dienen.

1.6.2 Recall

Um einen dauerhaften Therapieerfolg erreichen zu können, sind in der zahnärztlichen Implantologie Nachkontrollen in regelmäßigen Abständen erforderlich (Tetsch P. et al 1990; Behneke A., Behneke N. 1996). Der Recall sollte sich dabei auf vier Säulen stützen (Behneke A., Behneke N. 2004):

- Erstellung bzw. Überprüfung des individuellen Risikoprofils (Rauchen, Diabetes mellitus, parodontale und mikrobiologische Risikofaktoren, okklusale Risikofaktoren)
- Kontinuierliches Monitoring der periimplantären Hart- und Weichgewebe
- Professionelle Reinigung, Anweisung zur häuslichen Mundhygiene, Remotivation
- Ggf. therapeutische Intervention

Die Recallintervalle sollten sich nach dem erstellten individuellen Risikoprofil richten. Patienten mit einem erhöhten Risiko sollten demnach alle 3 Monate nachuntersucht werden, Niedrigrisikopatienten etwa alle 6-12 Monate.

Beurteilung des perimplantären Weichgewebes

Zur Beurteilung der periimplantären Weichgewebe werden die aus der Parodontologie bekannten Indizes verwendet.

- Modifizierter Plaqueindex nach Silness und Løe (Silness J., Løe H. 1964).
- Papillenindex nach Jemt et al. (Jemt T. 1997).
- Sulkusblutungsindex nach Mühlemann und Son (Mühlemann H.R., Son S. 1971).
- Gingivaindex nach Silness und Løe (Silness J., Løe H. 1963,1964)
- Sulkusfluidießrate (SFFR; Kleber B.-M. et al. 1995):
- Bestimmung der Sondierungstiefe bzw. des Attachmentlevels mittels Kunststoffsonden (Plast-O-Probe™): Dabei sind Sulkustiefen von 1,5-3,5mm als physiologisch anzusehen (D`Hoedt B., Lukas D. 1985, 1987; Behneke A. et al. 1999).
- Beurteilung des Anteils keratinisierter Gingiva mittels Schillerscher Jodlösung (D`Hoedt B., Lukas D. 1987).
- Beurteilung der Suprakonstruktion nach Form, Größe und Farbe im Vergleich zu den Nachbarzähnen.

Beurteilung des knöchernen Lagergewebes

Zur Bestimmung des Zustands des knöchernen Lagergewebes kann der Lockerungsgrad bzw. die Osseointegration der Implantate bestimmt werden. Dazu können folgende Methoden angewandt werden:

- Periotest™ (D`Hoedt B. 1985; Schulte W. 1992)
- Auskultatorische Bestimmung der Osseointegration (heller Klopfeschall = osseointegriert; dumpfer Klang = bindegewebig eingeheilt).

Zur definitiven Kontrolle der Osseointegration können Röntgenaufnahmen (OPT) angefertigt werden, die zusammen mit den klinischen Ergebnissen eine objektive Beurteilung der biologischen Integration ermöglichen (Dietrich U. et al. 1993).

Allgemeine Erfolgskriterien

Um eine Therapieform objektiv beurteilen zu können, muss ihr Langzeiterfolg kritisch eingeschätzt werden. Da der Erfolg eines Implantates nach dem Kriterium in situ bzw. explantiert zwar eindeutig beurteilt werden kann, so fehlen dabei jedoch klinische Parameter, die eine differenziertere Bewertung ermöglichen. So wurden im Lauf der Zeit eine Reihe von Erfolgskriterien entwickelt, welche eine exaktere Prognostizierung des Implantaterfolgs durchführen lassen.

Als statistisches Standardverfahren zur zeitabhängigen Untersuchung des Parameters Implantatverlust findet man in der Literatur häufig die Überlebenszeitanalyse nach Kaplan und Meier (Kaplan E.L., Meier P. 1958). Da dabei der Zustand der periimplantären Weich- und Hartgewebe unberücksichtigt bleibt, wurden diese Parameter mittlerweile von einigen Autoren mit in ihre Betrachtungen eingeschlossen (Behneke A., Behneke N. 1996; Moberg L.E. et al., 1999).

Des Weiteren wurden von verschiedenen Autorengruppen Erfolgskriterien für Implantate definiert, welche die bei klinischen und/oder röntgenologischen Nachkontrollen erhobenen Verlaufsdaten mit einbeziehen (Schnitman P.A., Shulman L.B. 1980; Albrektsson T. et al. 1986; Buser D. et al. 1990; Jahn M., D'Hoedt B. 1992; Albrektsson T., Zarb G.A. 1993). Ein allgemein gültiger Konsens besteht allerdings bis heute nicht (Tabelle 9).

Autoren	Albrektsson T. et al. (1986)	NIH-Konferenz: Schnitmann P.A. (1980)	Buser D. et al. (1990)	D'Hoedt B., Jahn M. (1992)
Implantat in situ	ja	ja	ja	Ja
Lockerungsgrad	0	0 – 1	0 – 1	0 – 1
Periimplantäre Radiotransluzenz	nein	Wird graduiert, trägt aber nicht zur Erfolgsdefinition bei	Nein, nicht persistierend	Kein zweiseitig durchgehender Spalt mit einer Breite >0,5mm
Vertikaler Knochenabbau	Vertikaler Knochenabbau weniger als 0,2 mm pro Jahr nach dem ersten Jahr der Liegedauer	Vertikaler Knochenabbau nicht größer als 1/3 der Implantatlänge		Angulärer Knochendefekt darf nicht mehr als 3/10 des konstruktiv enossalen Implantatabschnittes betragen
Gingivazustand	Keine Zeichen einer Infektion	Gingivitis der Therapie zugänglich, keine Zeichen einer Infektion	Keine periimplantäre Infektion mit putrider Sekretion	Sulkustiefe weniger als 4mm bei zwei aufeinander folgenden Kontrollen
Komplikationen	Keine Verletzung von Nerven	Keine Verletzung von Nerven, Zähnen, Kieferhöhle oder Nasenboden	Keine persistierenden Beschwerden wie Schmerz, Fremdkörpergefühl oder Dysästhesie	Subjektive Bewertung des Implantates durch den Patienten nicht schlechter als 3 (deutsches Schulnotensystem)

Tabelle 9: Zusammenfassung der Erfolgskriterien einzelner Autoren

Heute gewinnt das ästhetische Endergebnis der Versorgung als Kriterium für den Implantaterfolg immer mehr an Bedeutung. Einige Autoren fordern daher, die Patientenzufriedenheit als Teil der Ergebnisqualität heranzuziehen (Bundesministerium für Gesundheit 1994; Homburg Ch., Rudolph B. 1995; Jacob G., Bengel J. 2000).

Zur Objektivierung des ästhetischen Ergebnisses wurde von Watzek der sogenannte Pink Esthetic Index (PES) entwickelt, ein Index zur Evaluation des Weichgewebes um Kronen auf Einzelzahnimplantaten (Watzek G. et al. 2005). Folgende Variablen werden dabei gegenüber einem natürlichen Referenzzahn beurteilt:

- mesiale und distale Papille (2 Variablen)
- Niveau und Form des Weichgewebes (2 Variablen)
- Defizit an Alveolarkamm (1 Variable)
- Farbe und Struktur der Weichgewebe (2 Variablen).

Zur Bestimmung des PES wird jede Variable auf einer Bewertungsskala von 0 bis 2 (schlecht bis gut) beurteilt und anschließend werden die vergebenen Punkte zusammengezählt (PES max. = 14). Dies ermöglicht eine Objektivierung der Ergebnisse von verschiedenen chirurgischen und prothetischen Protokollen.

2 Fragestellung und Zielsetzung

Ziel der folgenden Studie war die Evaluation des klinischen Erfolgs des NobelDirect™3.0-Implantates im Unterkieferfrontzahnbereich bzw. in regio der seitlichen oberen Schneidezähne. Alle Implantate wurden sofortversorgt. Dabei wurden die Erfolgsraten sowie das periimplantäre Knochenniveau und das ästhetische Ergebnis in einem 2-Jahres-Zeitraum untersucht und beurteilt.

3 Material und Methode

3.1 Studiendesign

In dieser prospektiven Studie wurden durchmesserreduzierte Implantate in vivo auf Langzeitstabilität und Ästhetik untersucht. Das in der Studie verwendete Implantatsystem war das von der Firma NobelBiocare™ entwickelte einteilige NobelDirect™3,0mm-Implantat. Dieses Implantatsystem ist für den Einsatz bei reduziertem Platzangebot indiziert, der vor allem im Unterkieferfrontzahnbereich und in regio der lateralen oberen Inzisiven gegeben ist. In der Studie kamen daher nur solche Patienten in Frage, bei denen implantatgetragener Einzelzahnersatz in regio 12, 22, 32, 31, 42 und/oder 42 indiziert war (Abbildung 18-20). Dazu wurden an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universitätsklinik Regensburg im Zeitraum von August 2005 und Juni 2006 8 Patienten mit 9 Sofortimplantaten der Firma NobelBiocare™ versorgt. Der Untersuchungszeitraum lag zwischen August 2005 und Juli 2008. Den genauen Ablauf der Untersuchungen gibt Abbildung 21 wieder.



Abbildung 18-20: Einzelzahnversorgungen in regio 12 und 22 sowie 32 – 42.

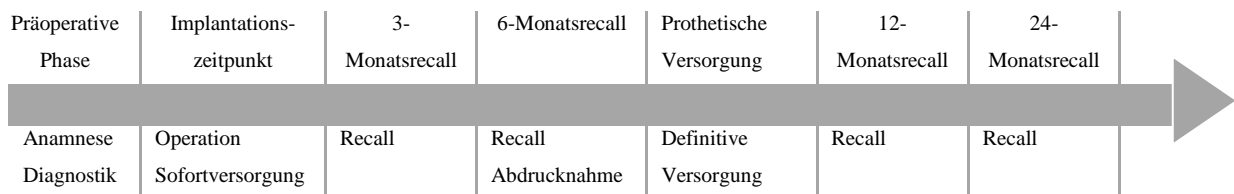


Abbildung 21: Ablauf der Studie

3.2 Präoperative Parameter

Vor der Implantation erfolgten die präoperative Diagnostik sowie die Aufnahme des Patienten in die Studie. Dazu wurden zunächst die Anamnese und der Zahnstatus erhoben sowie Röntgenbilder und klinische Fotos angefertigt. Alle Daten wurden in einem Formbogen festgehalten.

Die Auswahl der Patienten erfolgte schließlich nach bestimmten Ein- bzw. Ausschlusskriterien. Eine Übersicht gibt Tabelle 10 wieder.

Im Anschluss daran erfolgte die Aufklärung des Patienten über die Studie sowie die Einwilligung des Patienten nach Erfüllung der Einschlusskriterien.

Tabelle 10: Einschluss- bzw. Ausschlusskriterien

<i>Einschlusskriterien</i>	<i>Ausschlusskriterien</i>
Gesunder Patient	Gesundheitliche Umstände und Compliance des Patienten
Gute Mundhygiene	Andere Gründe, die gegen eine Implantation sprechen (Parodontitis, Tumore, Z.n. Radiatio)
Stabile Okklusion (kein Bruxismus)	Achskorrektur der Restauration zum Implantat > 10°
Notwendige Einzelzahnversorgung regio 12, 22, 32, 31, 41, 42	Fehlende Einverständniserklärung des Patienten
Ausreichendes vertikales Knochenvolumen (min. 13mm Länge)	
Ausreichende Primärstabilität (35-45 Ncm)	
Entzündungsfreies Operationsgebiet	
Vorausgegangene schonende Extraktion (bei Sofortimplantation)	

3.3 Implantation und Sofortversorgung

3.3.1 Das NobelDirect™-3,0mm Implantat

Das Implantat hat im enossalen Bereich ein selbstschneidendes Schraubengewinde aus und ist im Durchtrittsbereich durch die Mukosa anfangs zylindrisch, dann konisch gestaltet. Das Schraubengewinde und 3mm des zylindrischen Anteils besitzen eine TiUnite™-Oberfläche. An die Ti-Unite™-Oberfläche schließt sich ein maschinierter Bereich an, der zur Aufnahme der späteren prothetischen Versorgung dient. Am Übergang zwischen TiUnite™- und maschinierter Oberfläche geht das Implantat vom enossalen Bereich in den Abutmentanteil bzw. den enorale Teil über (Abbildung 22). Das 3mm-Implantat gibt es in den Längen 13mm und 15mm.



Abbildung 22: Aufbau NobelDirect™3,0mm Implantat

Zur Implantation wurden in der Studie nur Komponenten und Instrumente der Firma NobelBiocare™ verwendet.

3.3.2 Chirurgisches Vorgehen

Zur Präparation des Implantatbettes wurde das NobelBiocare™Flapless 3.0 Surgery-Kit verwendet. Dies beinhaltet einen Spiralbohrer mit dem Durchmesser 1,5mm sowie einen Soft Bone Drill und einen Dense Bone Drill mit jeweils 3,0mm Durchmesser (Abbildung 23). Der letztgenannte Bohrer wurde zusätzlich bei hartem Knochen (D1, evtl. D2) eingesetzt.

Bei der Implantation erfolgte zunächst die Lappenbildung (Tissue-Punsch oder Lappen). Nach der Positionierung des Implantats wurde das Implantatbett nach Protokoll des Herstellers aufbereitet (Abbildung 24a-e). Intraoperativ erfolgte die Dokumentation des Operationsvorgehens sowie eine Charakterisierung des Implantatbettes. Dazu wurden folgende Punkte abgefragt und notiert (Anhang 1):

- **Lappendesign:**

Dabei sollten die gingivalen Verhältnisse periimplantär bei einer Implantation mit Lappenbildung und einer Sofortimplantation ohne Lappenbildung miteinander verglichen werden. Ziel war die Beurteilung, ob das Lappendesign einen Einfluss auf die gingivalen Verhältnisse hat. Die Dokumentation erfolgte mit:

- 0 = Implantation ohne Lappenbildung bzw. in Extraktionsalveole
- 1 = Lappenbildung mit bzw. ohne vertikaler Entlastung
- 2 = Punsch an der gewünschten Implantationsregion

Letzterer fand allerdings nur bei ausreichend dicker Gingiva Anwendung.

- **Implantatlänge:**

Die Implantatlänge wurde mit 13 bzw. 15mm in den Formbogen eingetragen. Dabei sollte evaluiert werden, welche Implantatlänge bei der Sofortimplantation notwendig war, um die Implantate primärstabil zu inserieren. Dabei wurde die Beurteilung der Knochenqualität und Knochenquantität ebenfalls mit einbezogen.

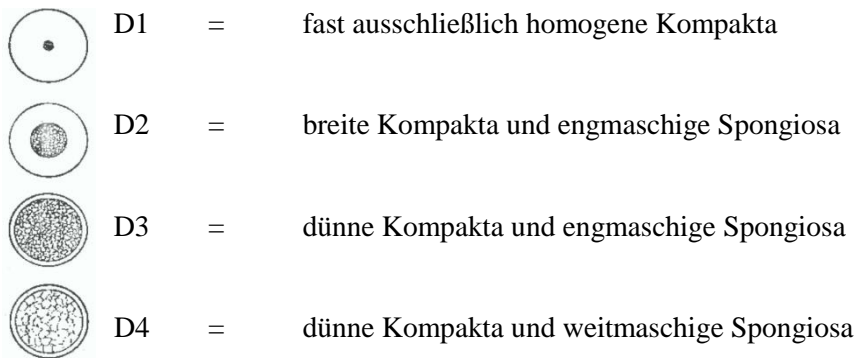
- **Charakter der Implantationsregion:**

Die Charakterisierung der Implantationsregion diente zur Beurteilung, ob eine Lappenbildung zusätzlich erforderlich war und wann diese bevorzugt eingesetzt werden musste (Sofort- bzw. Spätimplantation). Dokumentiert wurde die Charakterisierung mit:

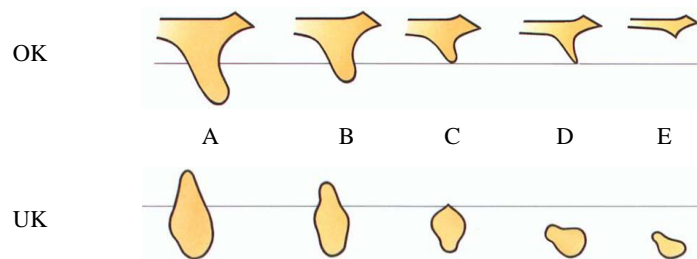
- H = Implantation in eine abgeheilte Region (verzögerte Sofort- bzw. Spätimplantation)
- I = Implantation als Sofortimplantation

Die Parameter Knochenqualität und –quantität sollten Ergebnisse hinsichtlich des Knochenzustands in den entsprechenden Indikationsgebieten des NobelDirect™-Implantates liefern. Ziel war die Feststellung, ob eine bestimmte Charakterisierung des Knochens möglich ist.

- **Beurteilung der Knochenqualität nach Lekholm und Zarb (Lekholm U., Zarb G. 1985):**



- **Beurteilung der Knochenquantität nach Lekholm und Zarb (Lekholm U., Zarb G. 1985):**



- A = fast vollständiger Alveolarkamm erhalten
- B = geringfügige Resorption des Alveolarkamms
- C = fortgeschrittene Resorption des Alveolarkamms bis zum Basalbogen
- D = beginnende Resorption des Basalbogens
- E = extreme Resorption des Basalbogens

- **Knochen- oder Weichgewebstransplantationen:**

Knochen- oder Weichgewebstransplantationen wurden mit „ja“ oder „nein“ in den Formbogen eingetragen und bei einer Bejaung näher spezifiziert. Dabei sollte evaluiert werden, ob Verbesserungen hinsichtlich des Erreichens der Primärstabilität und des ästhetischen Ergebnisses notwendig waren. Dies wurde in Zusammenhang mit der Art der Implantation (Sofort- oder Spätimplantation) und des Lappendesigns gebracht.

Zur Implantatinsertion wurde der Implantateindreher One-Piece 3.0 und zur endgültigen Platzierung und Kontrolle des Torque eine manuelle chirurgische Drehmomentratsche verwendet. Die Insertionstiefe des Implantats ist in Abbildung 23 zu erkennen. 1mm der TiUnite™-Oberfläche sollte dabei suprakrestal zum liegen kommen. Bei der Insertion ist weiter darauf zu achten, ein Drehmoment von 45 Ncm nicht zu überschreiten. Außerdem sollte die Abflachung des Abutmentanteils möglichst buk-

kal liegen. Die primärstabile Verankerung des Implantates konnte über das Drehmoment und den Klopferschall bestimmt werden. Die Primärstabilität wurde intraoperativ dokumentiert als

- 0 = primärstabil
- 1 = nicht primärstabil.

Je nach Situation erfolgte anschließend der Wundverschluss möglichst koronal der TiUnite™-Oberfläche mit einem 6-0 Faden.

Abbildung 23: Bohrersequenz Nobel Direct™3,0

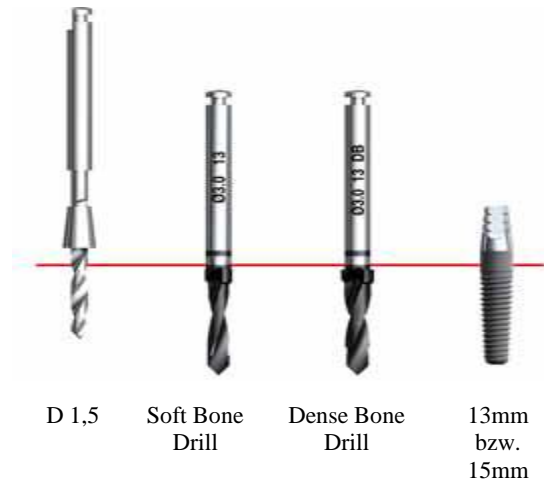
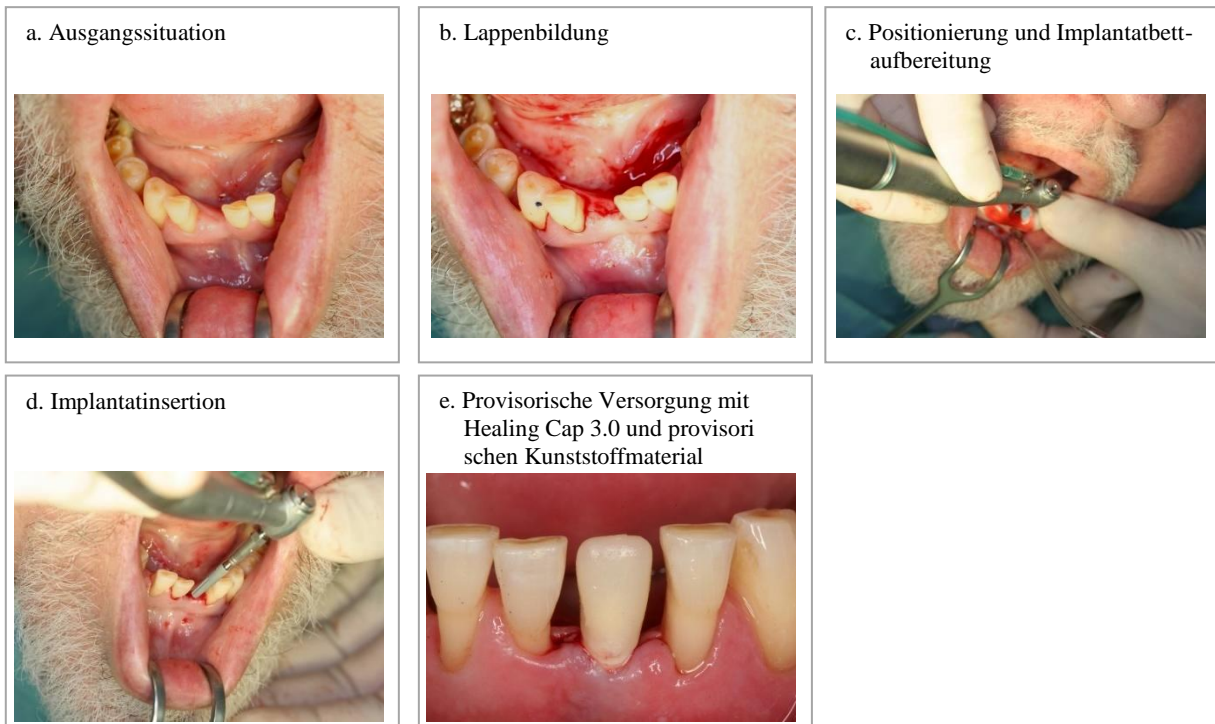


Abbildung 24a-e: Chirurgisches Vorgehen



3.3.3 Sofortversorgung



Abbildung 25: Healing Cap 3.0

Die provisorische Sofortversorgung erfolgte unter standardisierten Bedingungen entweder mit einem sog. Healing Cap 3.0, einem Gingivaformer (Abbildung 25), oder mit einem individuell hergestellten Provisorium. War eine Präparation des Abutmentanteils notwendig, wurde dies dokumentiert (siehe auch Anhang):

- **Intraorale Präparation:**

„ja“ bzw. „nein“, bei „ja“ genaue Spezifikation der Präparation (z.B. bukkale Präparation). Die Festlegung der Präparationsgrenze diente als Referenzlinie für die Beurteilung der Lage des Kronenrandes bezüglich der Gingiva.

Nach Einsetzen des Provisoriums wurde die Papillengröße beurteilt. Dazu wurde der Papillenindex von Jemt (Jemt T. 1997) herangezogen und das Ergebnis dokumentiert (siehe auch Anhang):

- **Beurteilung der Papillengröße bzw. des Weichgewebeverlaufs (Jemt T. 1997):**

Mit dem Papillenindex nach Jemt et al. kann der Weichgewebeverlauf bzw. die Papille eingeschätzt werden (Jemt T. 1997). Dazu wurde die Papillenhöhe im Verhältnis zum Approximalraum beurteilt und numerisch (0-4) in das Protokoll eingetragen (Abbildung 26). Bei diesem Index soll das ästhetische Ergebnis beurteilt werden.

Abbildung 26:

Papillenindex nach Jemt



Index 0 = keine Papille vorhanden ohne Anzeichen für einen Weichgewebsverlauf entlang der implantatgestützten Restauration.

Index 1 = Weniger als die Hälfte der Papillenhöhe ist vorhanden bei leicht konvexem Verlauf der Gingiva entlang der Krone und des benachbarten Zahnes.

Index 2 = Mehr als die Hälfte der Papillenhöhe ist vorhanden, aber sie reicht nicht bis zum Kontaktpunkt zwischen den Zähnen. Die Papille harmoniert nicht vollständig mit den benachbarten Papillen der umliegenden Zähne.

Index 3 = Die Papille füllt den gesamten Approximalraum aus und verläuft in Harmonie mit den benachbarten Papillen. Optimaler Verlauf.

Index 4 = Die Papille ist hyperplastisch und bedeckt zu viel von der Restauration und dem Nachbarzahn. Der Gingivaverlauf ist mehr oder weniger irregulär.

Okklusionskontakt der provisorischen Versorgung während der Einheilphase wurde unter Einschätzung der Belastungsverteilung und Elimination lateraler Schubkräfte vermieden.

Anschließend wurden die Patienten in der häuslichen Pflege von Implantaten und der Mundhygiene unterwiesen.

3.4 Recall

Die Einbestellung der Patienten zu den Recalluntersuchungen erfolgte jeweils nach 3, 6, 12 und 24 Monaten. Die Implantate sollten nach dem 6-Monats-Recall definitiv prothetisch versorgt werden. Bei allen Recallterminen wurden folgende Parameter untersucht (siehe Anhang):

- **Status der periimplantären Mukosa (Silness J., Løe H. 1963,1964):**

Die Beurteilung der Gingiva erfolgte nach einer Modifikation des Gingivaindex von Silness und Løe (Silness J., Løe H. 1963,1964). Dieser dient der Bewertung des Entzündungszustands der Gingiva, aber ist auch ein Faktor zur Evaluation der Mundhygiene des Patienten. Dazu wurde graduell (0-2) das Ausmaß der Blutung durch schonendes Ausstreichen des Sulkus mit einer Parodontalsonde beurteilt.

- Grad 0 = gesunde periimplantäre Mukosa
- Grad 1 = Bluten auf oberflächliches Sondieren
- Grad 2 = spontane Blutung

- **Plaque (Silness J., Løe H. 1963,1964):**

Das Vorhandensein von Plaque wurde bukkal und lingual am Implantat nach einer Modifikation des Plaqueindex nach Silness und Løe mit Hilfe eines Spiegels und einer Sonde beurteilt (Silness J., Løe H. 1963,1964). Mit diesem Index konnte die Mundhygiene des Patienten überprüft werden.

- 0 = keine sichtbare Plaque
- 1 = sichtbare Plaque

Zusätzlich wurde beim 6-, 12- und 24-Monatsrecall die Implantatstabilität beurteilt (siehe Anhang).

- **Implantatstabilität:**

Zur Bestimmung des Zustands der knöchernen Lagergewebe kann der Lockerungsgrad des Implantats mit Hilfe des PeriotestTM-Wertes herangezogen werden. Dabei erfolgten mit einem kleinen Stößel innerhalb von 4 Sekunden 16 Perkussionen auf das Implantat. Die dabei angezeigten PeriotestTM-Werte korrelieren mit der Zahn- bzw. Implantatbeweglichkeit (Tabelle 11;

D`Hoedt B. 1985; Schulte W. 1983, 1986, 1992). Die Werte können der Verlaufskontrolle dienen. Dabei beschrieben Werte von -8 bis +8 das Implantat als osseointegriert und Werte größer +8 als bindegewebig eingeeilt. Die Ergebnisse der Beurteilung der Implantatstabilität wurden dann als stabil (0) oder instabil (1) in die Formblätter eingetragen. Außerdem erfolgte die Beurteilung der Implantatstabilität zusätzlich auskultatorisch.

<i>Implantat-Knochen-Verbindung</i>	<i>Osseointegriert</i>	<i>Bindegewebig eingeeilt</i>
Periotest™-Wert	-8 bis +8	+9 bis +50

Tabelle 11: Periotest™-Werte

Bei der prothetischen Versorgung wurden des Weiteren folgende Untersuchungsparameter erhoben (siehe Anhang):

- **Beurteilung der Papillengröße bzw. des Weichgewebeverlaufs (Jemt T. 1997):**
- **Beurteilung des Kronenrandes in Relation zum Weichgewebe:**
Der bukkale Weichgewebsverlauf in Relation zum Kronenrand wurde mit einer skalierten Parodontalsonde beurteilt und in mm notiert. Dabei bedeuteten positive Werte einen subgingivalen, negative Werte einen supragingivalen Kronenrand. Ziel war die Beurteilung, ob es zu einer Gingivarezession gekommen ist. Dabei spielt die Beurteilung des Knochenniveaus zusätzlich eine wichtige Rolle.
- **Patientenmeinung zum ästhetischen und funktionellen Ergebnis:**
Zur subjektiven Beurteilung des Implantaterfolges wurde die Meinung des Patienten zum ästhetischen und funktionellen Ergebnis festgehalten. Dabei erfolgte die Beurteilung auf einer Skala von 1 bis 10, wobei „1“ das Gesamtergebnis als inakzeptabel und „10“ als exzellent bewertet.

3.5 Definitive prothetische Versorgung

Nach ausreichender Osseointegration und Ausformung der Schleimhaut erfolgte die definitive Versorgung etwa 6 Monate postoperativ. Dazu wurde das Provisorium abgenommen und der Implantatpfosten eventuell entsprechend dem Weichgewebeverlauf nachpräpariert. Anschließend erfolgte die Abdrucknahme und das Einsetzen des Provisoriums. Nach Anfertigung der definitiven prothetischen Versorgung in einem Dentallabor wurde diese beim Patienten eingesetzt. Alle verwendeten Materialien wurden entsprechend dokumentiert (siehe Anhang). Schließlich wurden folgende Parameter abgefragt und notiert (siehe Anhang):

- **Beurteilung der Primärstabilität**
- **Intraorale Präparation**
- **Beurteilung der Papillengröße bzw. des Weichgewebeverlaufs (Jemt T. 1997)**
- **Beurteilung der periimplantären Mukosa (Silness J., Løe H. 1963,1964)**
- **Beurteilung der Plaque (Silness J., Løe H. 1963,1964)**
- **Beurteilung des bukkalen Weichgewebeverlaufs**
- **Patientenmeinung zum ästhetischen und funktionellen Ergebnis**

3.6 Drop-Out-Parameter

Zur Beurteilung des Erfolgs wurde die Einteilung nach Albrektsson in modifizierter Form verwendet, die wie folgt beschrieben wird (Albrektsson T. et al. 1986; Albrektsson T., Zarb G.A. 1993):

- **Erfolgreich osseointegriertes Implantat:**
 - (1) keine Radioluzenz am Implantat
 - (2) keine Anzeichen einer Infektion, von Schmerz oder anderen pathologischen Prozessen
 - (3) osseointegriertes Implantat
 - (4) stabiles Implantat
- **Funktionelles Implantat:**
Eingeheiltes Implantat, auch wenn die oben geschilderten Erfolgskriterien nicht ganz erfüllt werden.
- **Gescheitertes Implantat:**
Fraktur bzw. Klassifikation als erfolgreich osseointegriertes oder funktionelles Implantat nicht möglich.

Als erfolgreicher Zahnersatz wird eine stabile prothetische Versorgung angesehen.

3.7 Klinische Fotos und intraorale Röntgenbilder

Klinische Fotos wurden von der Implantationsregion präoperativ, nach provisorischer und definitiver Versorgung sowie nach den 6-, 12- und 24-Monatsnachuntersuchungen angefertigt. Die Fotos dienen zur objektiven Beurteilung des ästhetischen Ergebnisses und wurden zur Verlaufskontrolle herangezogen.

Zur Beurteilung von Änderungen des marginalen Knochenniveaus sowie zur Verlaufskontrolle wurden von jedem Patienten intraorale Röntgenbilder jeweils nach der Implantation zusammen mit dem Provisorium, dann nach 6 Monaten sowie nach 12 und 24 Monaten angefertigt. Das Kontrollbild nach der Implantation diente über die gesamte Studiendauer als Referenzbild zum Vergleich von Änderungen des marginalen Knochenniveaus. Da der zylindrische Teil des Implantats exakt 3mm beträgt, konnte der klinisch tatsächlich vorhandene Knochenverlust anhand der Röntgenbilder umgerechnet werden. Die Angabe des Knochenverlustes erfolgte in Millimetern.

3.8 Datenerhebung und Datenverarbeitung

Die erhobenen Daten wurden in einem herkömmlichen PC eingegeben. Die Auswertung und Verarbeitung der Daten erfolgte computergestützt mit Microsoft Excel 2007 und Microsoft Word 2007.

4 Ergebnisse

4.1 Patientenkollektiv und Implantatanzahl

An der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universitätsklinik Regensburg wurden im Zeitraum August 2005 und Juni 2006 8 Patienten mit insgesamt 9 NobelDirect™3,0mm-Implantaten der Firma NobelBiocare™ versorgt. Sieben Patienten waren Nichtraucher (87,5%). Zwei der acht Patienten wiesen leichte Schliffacetten auf (25%). Bei einem Patienten zeigte sich im Seitenzahnggebiet sowohl ein vertikaler als auch ein horizontaler Knochenverlust.

Die Auswertungen der einzelnen Ergebnisse beziehen sich auf ein Untersuchungsintervall von bis zu 3 Jahren postoperativ.

Insgesamt wurden 9 NobelDirect™3.0-Implantate mit einem Durchmesser von 3mm inseriert, die alle mit Einzelkronen sofortversorgt worden sind. Von diesen Implantaten wurden fünf Implantate (55,6%) mit 13mm und vier Implantate (44,4%) mit 15mm Länge verwendet (siehe Tabelle 12).

In dem Beobachtungszeitraum August 2005 bis Juli 2008 betrug die durchschnittliche Liegedauer der Implantate (n=9) 17,9 Monate.

	Implantatlänge 13mm	Implantatlänge 15mm	∑ Implantatanzahl
Implantatanzahl mit 3,0mm Durchmesser	5 (55,6%)	4 (44,4%)	9 (100%)

Tabelle 12: Verwendete Implantatlängen (n=9)

4.1.1 Altersverteilung

Das durchschnittliche Implantationsalter betrug 40,8 Jahre, wobei 62,5% der operierten Patienten (n=8) zum Implantationszeitpunkt älter als 40 Jahre, 25 % jünger als 21 Jahre und 12,5% zwischen 21 und 40 Jahre alt waren (siehe Abbildung 26).

Der jüngste Patient, der mit dem NobelDirect™3,0mm-Implantat versorgt worden ist, war 19 Jahre, der Älteste 70 Jahre alt.

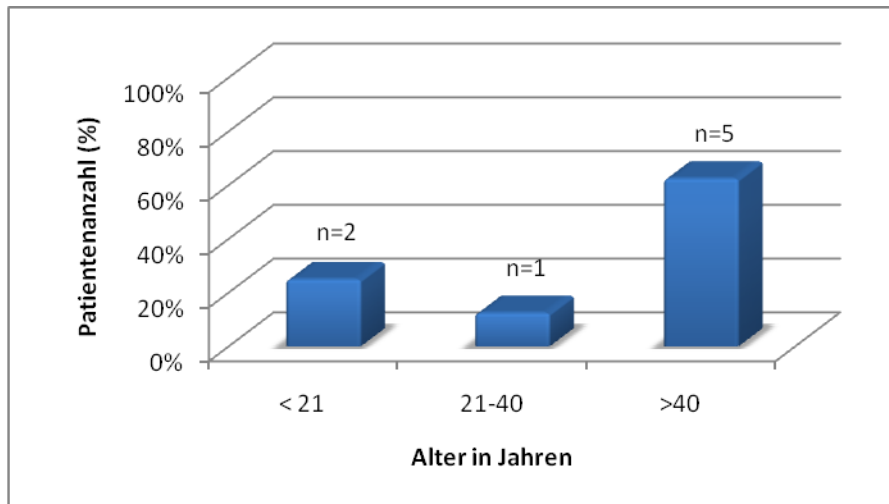


Abbildung 26: Altersverteilung der Patienten bei der Operation (Alter in Jahren; n=8)

4.1.2 Geschlechtsverteilung

Die Geschlechtsverteilung der mit dem NobelDirect™3,0mm-Implantat versorgten Patienten war ausgewogen bei 50:50 (n=8).

4.1.3 Implantatverteilung nach Diagnose

Die Ursachen, die zum Zahnverlust (n=9) bei den untersuchten Patienten führten und eine Implantatversorgung nach sich zogen, waren Trauma (67%), Nichtanlage (11%), Parodontitis (11%) und endodontische Komplikationen (11%) (Abbildung 27).

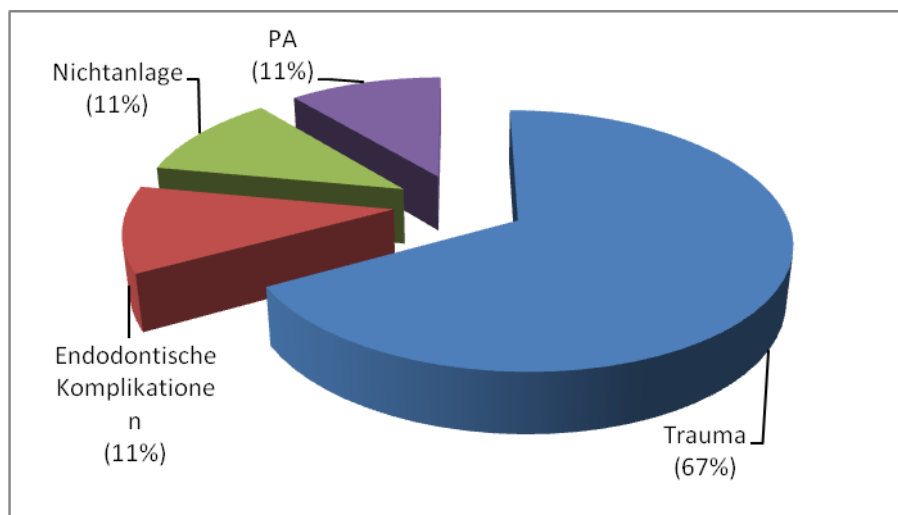


Abbildung 27: Implantatverteilung (n=9) nach Ursache des Zahnverlustes

4.2 Operative Parameter

4.2.1 Lokalisation der Implantate im Ober- und Unterkiefer

Das NobelDirect™3,0mm-Implantat (n=9) wurde im Oberkiefer 3 mal (33%) und im Unterkiefer 6 mal (67%) jeweils im Frontzahnbereich inseriert (siehe Abbildung 28). Im Oberkiefer wurden dabei

ausschließlich 3 seitliche Schneidezähne durch ein Implantat, im Unterkiefer wurden je 3 mittlere und seitliche Schneidezähne ersetzt (Abbildung 29).

Im Oberkiefer wurden zwei Implantate (22,2%, n=9) mit einer Länge von 13mm inseriert und ein Implantat (11,1%) mit einer Länge von 15mm, während im Unterkiefer jeweils drei Implantate (n=6) mit 13mm (33,3%) und mit 15mm (33,3%) gesetzt worden sind (Tabelle 13, Abbildung 30).

Bezüglich der Knochenqualität wurden fünf Implantate (56%, n=9) in D3-Knochen, drei (33%) in D2-Knochen und eines (11%) in D1-Knochen inseriert (Tabelle 14, Abbildung 31). Die Verteilung der Implantate hinsichtlich der Knochenquantität lag bei vier Implantaten (44,4%, n=9) in Klasse-A-Knochen, weitere vier (44,4%) in Klasse-B-Knochen und ein Implantat (11,2%) in Klasse-C-Knochen (Tabelle 14, Abbildung 32). Das eine in D1-Knochenqualität gesetzte Implantat wurde in Klasse-B-Knochen inseriert. Die drei in D2-Knochenqualität inserierten Implantate wurden alle (100%) in Klasse-B-Knochen implantiert. Von den fünf in D3-Knochenqualität gesetzten Implantaten wurden vier Implantate (80%) in Klasse-A-Knochen und ein Implantat (20%) in Klasse-C-Knochen inseriert. In D4-Knochen und Klasse-D- und E-Knochen erfolgten keine Implantationen (0%) (siehe Abbildung 33).

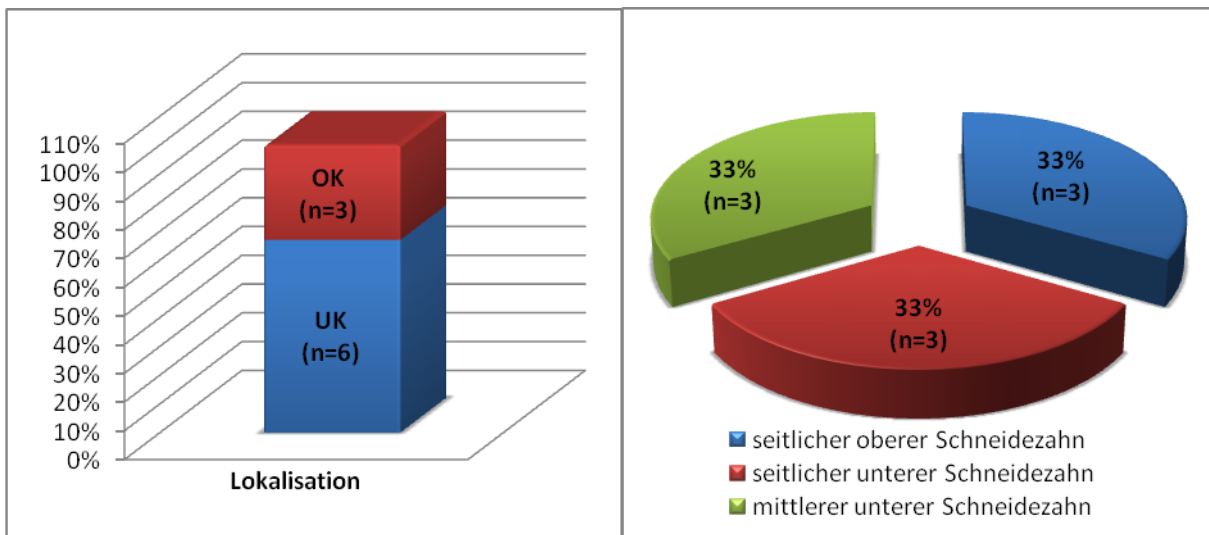


Abbildung 28: Häufigkeit und Lokalisation der Implantate (n=9) bezüglich der Kieferhälften

Abbildung 29: Häufigkeit und Lokalisation der Implantate (n=9) bezüglich der Zahnregion (grün = Zähne 12/22, blau = Zähne 32/42, rot = Zähne 31/41)

	Implantatlänge		
	13mm	15mm	total
Seitlicher oberer Schneidezahn	2	1	3
Mittlerer unterer Schneidezahn	1	2	3
Seitlicher unterer Schneidezahn	2	1	3
total	5	4	9

Tabelle 13: Implantatlängenverteilung in Bezug auf die Implantatposition (n=9)

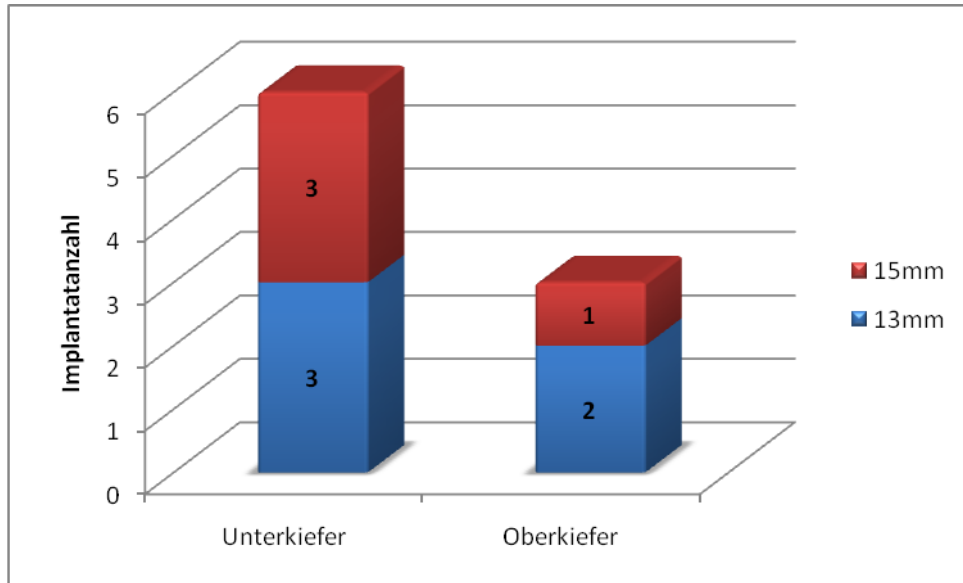


Abbildung 30: Implantatlängenverteilung in Bezug auf die Implantatposition (n=9).

Knochenquantität	Knochenqualität			Total
	D1	D2	D3	
A	0	0	4	4
B	1	3	0	4
C	0	0	1	1
total	1	3	5	9

Tabelle 14: Implantatverteilung bezüglich Knochenqualität und -quantität.

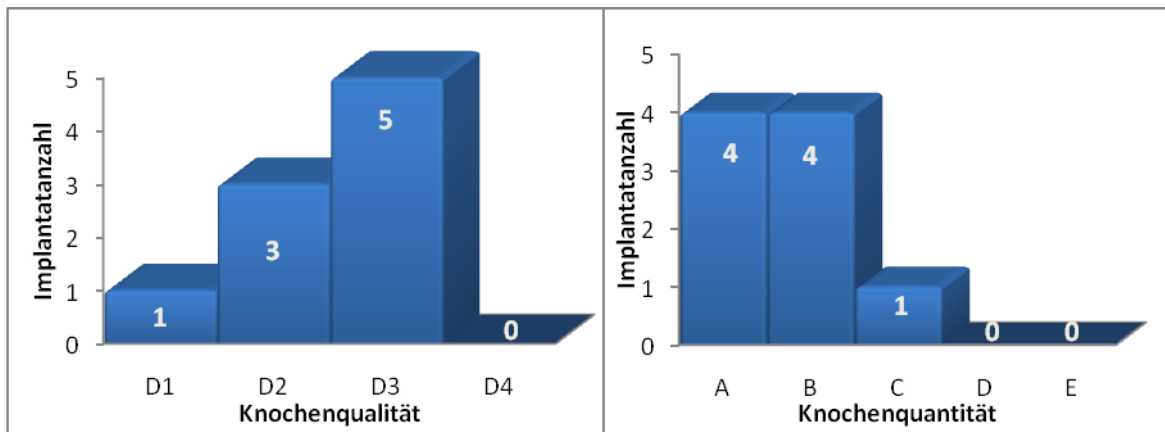


Abbildung 31: Implantatverteilung bez. der Knochenqualität Abbildung 32: Implantatverteilung bez. der Knochenquantität

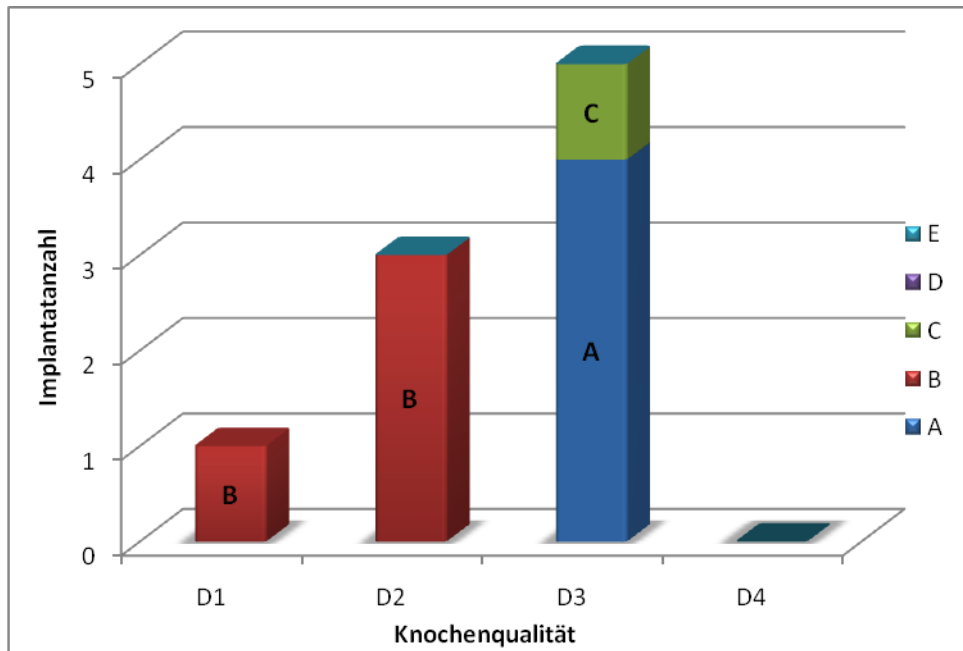


Abbildung 33: Implantatverteilung (n=9) bezüglich Knochenqualität (D1-D4) in Relation zur Knochenquantität (A-E)

4.2.2 Implantationszeitpunkt

Sechs Implantate wurden in abgeheilte Positionen (67%), drei Implantate wurden als Sofortimplantate (33%) inseriert. Dabei wurden bei den Sofortimplantaten drei Implantate (33%) mit 15mm inseriert. Bei den Spätimplantationen wurden hingegen nur ein Implantat (11%) mit 15mm und fünf Implantate (56%) mit 13mm inseriert (Abbildung 34).

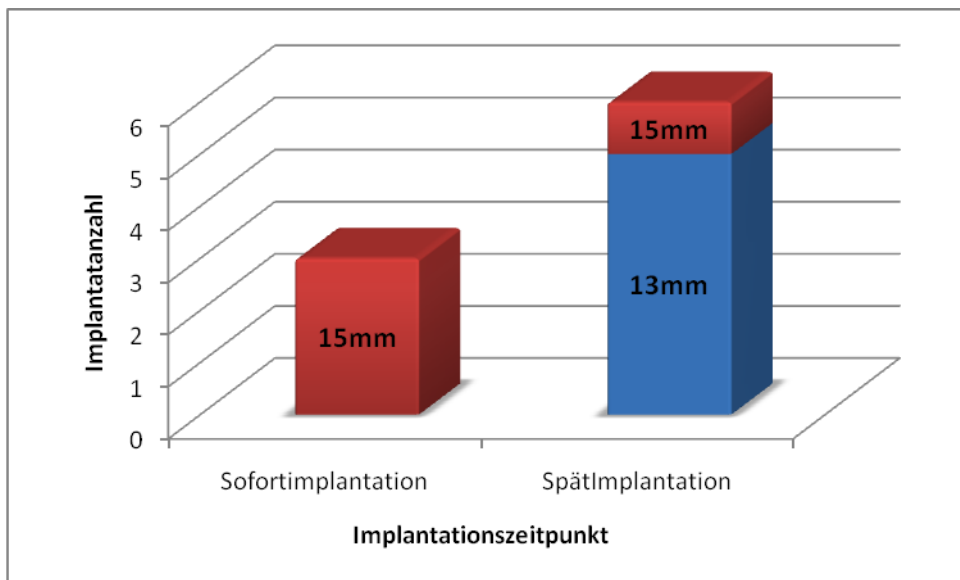


Abbildung 34: Implantatlängenverteilung bezüglich Implantationszeitpunkt (n=9)

4.2.3 Lappendesign

Insgesamt war bei acht Implantaten (89%, n=9) eine Lappenbildung notwendig, bei einem Implantat (11%) erfolgte keine Lappenbildung. Bei den drei Sofortimplantationen war bei zwei Implantaten eine

Lappenbildung erforderlich (22%, n=9), bei dem dritten Implantat erfolgte die Implantation direkt in die Extraktionsalveole ohne Lappenbildung (11%; Abbildung 35). Bei den Spätimplantationen erfolgte bei allen sechs Implantaten eine Lappenbildung (67%).

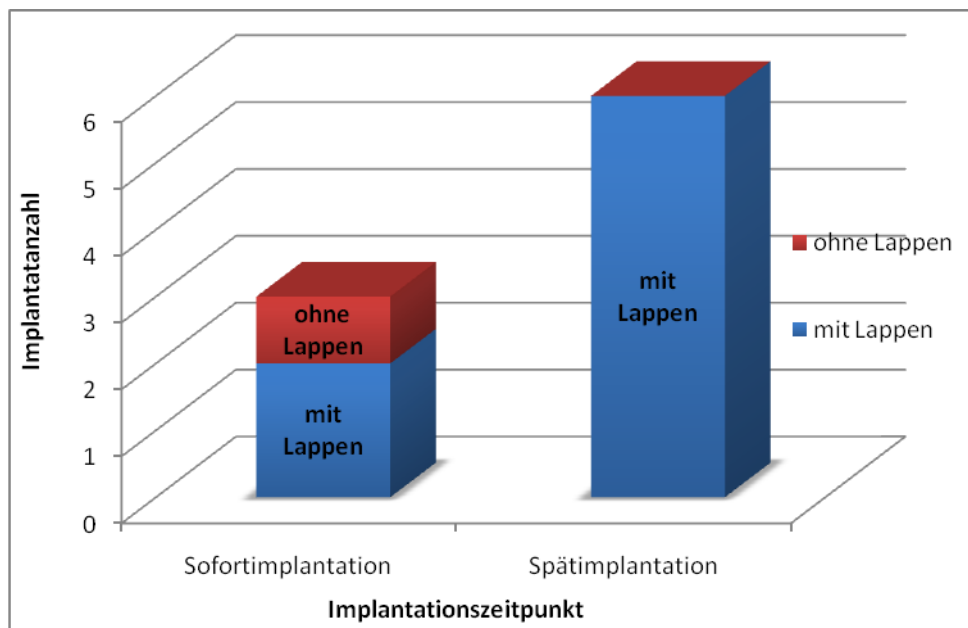


Abbildung 35: Implantatverteilung bezüglich der Lappenbildung und dem Implantationszeitpunkt (n=9)

4.2.4 Bohrprotokoll

Vier Implantate wurden nach dem Protokoll für weichen Knochen inseriert, weitere vier Implantate nach dem Protokoll für harten Knochen (je 44,5%, n=9). Ein Implantat wurde in einem modifizierten Protokoll gesetzt (11%). Dabei wurde mit dem ersten Bohrer auf volle Länge (15mm) aufbereitet, mit dem zweiten Bohrer lediglich 5mm vorgebohrt (Abbildung 36).

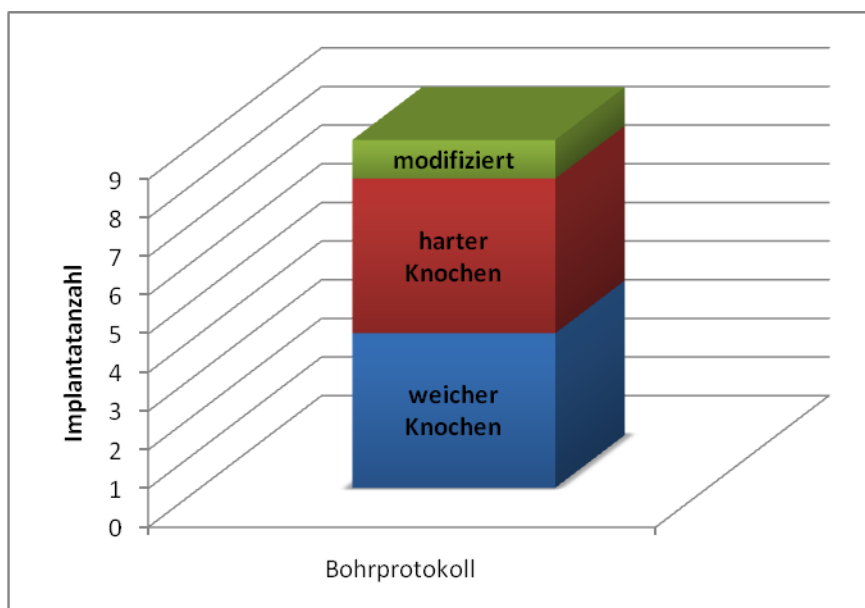


Abbildung 36: Verteilung der Implantate bezüglich dem Bohrprotokoll (n=9)

4.3 Postoperative Parameter (n=9 Implantate bei 8 Patienten)

4.3.1 Implantatstabilität

Bei der Insertion konnte bei allen Implantaten (n=9) ein finales Drehmoment von 35-45 Ncm erreicht werden. Dies wurde auch palpatorisch und mit Hilfe des Periotest™-Gerätes überprüft. Dabei waren 100% der Implantate primärstabil im Knochen verankert.

Zwei Implantate mussten im Verlauf der Einheilphase aufgrund erhöhter Mobilität und Schmerzen explantiert werden.

Bei allen anderen verbliebenen Implantaten (n=7) ließen sich sowohl visuell als auch palpatorisch zu keinem Zeitpunkt der Recalluntersuchungen Lockerungsgrade (Grad 0) feststellen.

Auch die Überprüfung mit dem Periotest™-Gerät ergab stets stabile Werte (-5 bis +5). Dabei zeigten fünf Implantate (71%, n=7) Werte zwischen -5 und -2, zwei Implantate (29%) Werte von 1 und 5 (siehe Abbildung 37).

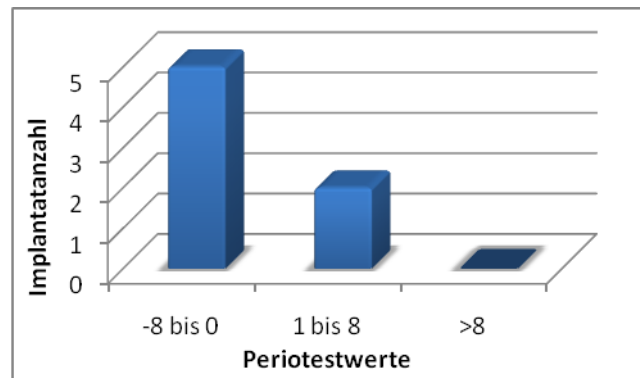


Abbildung 37: Verteilung der Periotest™-Messwerte (n=7)

4.3.2 Marginales Knochenniveau

Das marginale Knochenniveau, das heißt, die Position des marginalen Knochens im Vergleich zu einem Referenzpunkt bei der Implantatinsertion war im Mittel 2,28mm bzw. 2,06mm (mesial bzw. distal) koronal der Referenzlinie (Abbildung 38).

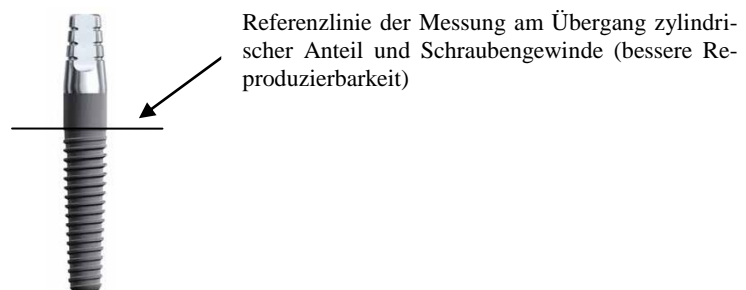


Abbildung 38: Referenzpunkt der radiologischen Messung

Nach 6 Monaten lag das durchschnittliche Knochenniveau bei 0,93mm bzw. 0,86mm koronal der Referenzlinie, nach 12 Monaten bei 0,71mm bzw. 0,64mm und nach 24 Monaten bei 0,36mm bzw.

0,5mm (Tabelle 15, Abbildung 39). Insgesamt ergibt sich ein durchschnittlicher Knochenverlust von 1,36mm bzw. 1,14mm nach den ersten 6 Monaten, nach 12 Monaten von 1,58mm bzw. 1,36mm und nach 24 Monaten von 1,93mm bzw. 1,50mm (Tabelle 15).

Bei einem Implantat (14,3%, n=7) wurde ein Knochenverlust von weniger als 1mm nach einem Jahr festgestellt. Bei fünf Implantaten (71,4%, n=7) wurde ein Knochenverlust von mehr als 1mm, bei einem Implantat (14,3%) sogar von mehr als 2mm nach 1 Jahr festgestellt. Nach zwei Jahren zeigten ein Implantat (14%) einen Knochenverlust von weniger als 1mm, drei Implantate (43%, n=7) einen Knochenverlust von mehr als 1mm und bereits drei weitere Implantate (43%) sogar einen von mehr als 2mm. Der Knochenverlust an den Implantaten betrug nach 6 Monaten an zwei Messstellen (14%, n=14, mesial und distal) 0mm, an fünf Stellen (36%) 0,1-1mm, an fünf weiteren Stellen (36%) 1,1-2mm und an zwei Stellen (14%) 2,1-3mm. Der Knochenverlust an den Implantaten nach 12 Monaten betrug an einer Messstelle (7%, n=14, mesial und distal) 0mm, an drei Stellen (22%) 0,1-1mm, an acht weiteren Stellen (57%) 1,1-2mm und an zwei Stellen (14%) 2,1-3mm. Der Knochenverlust an den Implantaten nach 24 Monaten betrug an einer Messstelle (7%, n=14, mesial und distal) 0mm, an zwei Stellen (14%) 0,1-1mm, an sieben weiteren Stellen (50%) 1,1-2mm und an vier Stellen (29%) 2,1-3mm (Abbildung 40, 42).

	Implantat- anzahl	Implantation		6 Monate (n=7)		12 Monate (n=7)		24 Monate (n=7)	
		m	d	m	d	m	d	m	d
Knochniveau in mm in Relation zur Referenzlinie	n=7	2,29	2,0	0,93	0,86	0,71	0,64	0,36	0,5
Knochenverlust in mm	n=7			1,36	1,13	1,58	1,36	1,93	1,5

Tabelle 15: Marginales Knochniveau in Relation zur Referenzlinie bei den Recalluntersuchungen. m = mesial, d = distal

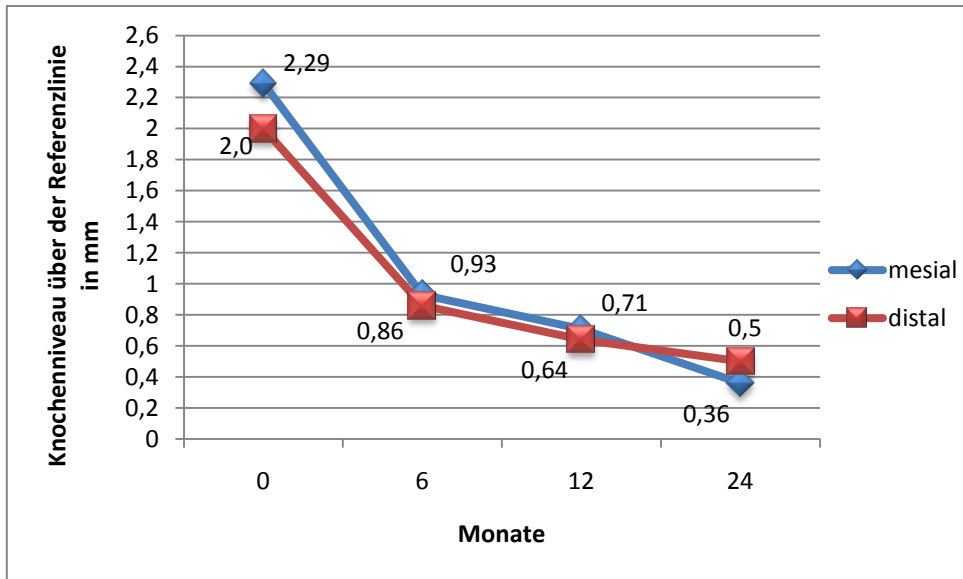


Abbildung 39: Knochniveau in Relation zur Referenzlinie (Durchschnitt der mesialen und distalen Werte bei allen Implantaten bis zum 24-Monats-Recall)

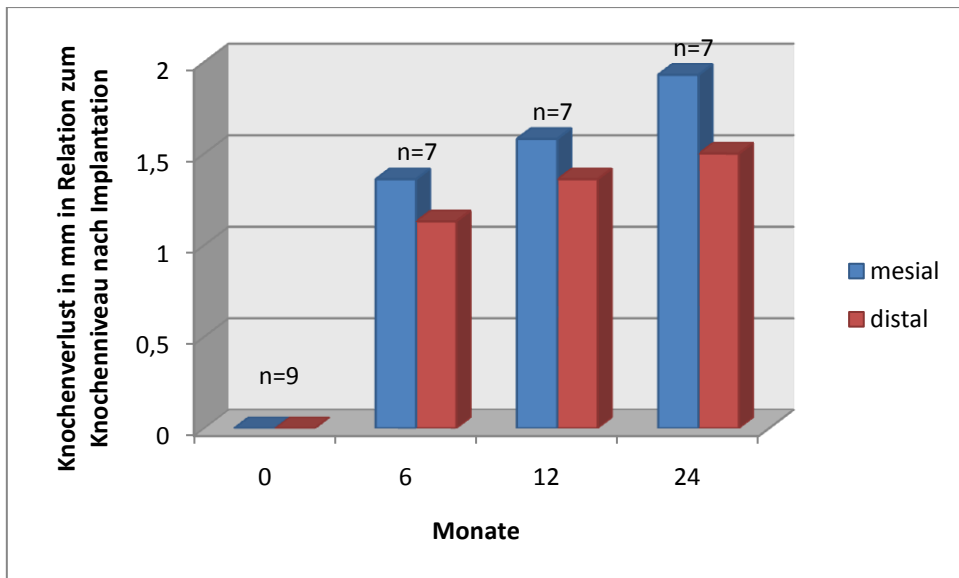


Abbildung 40: Knochenverlust in mm in Relation zum Anfangswert (n=Implantatanzahl)

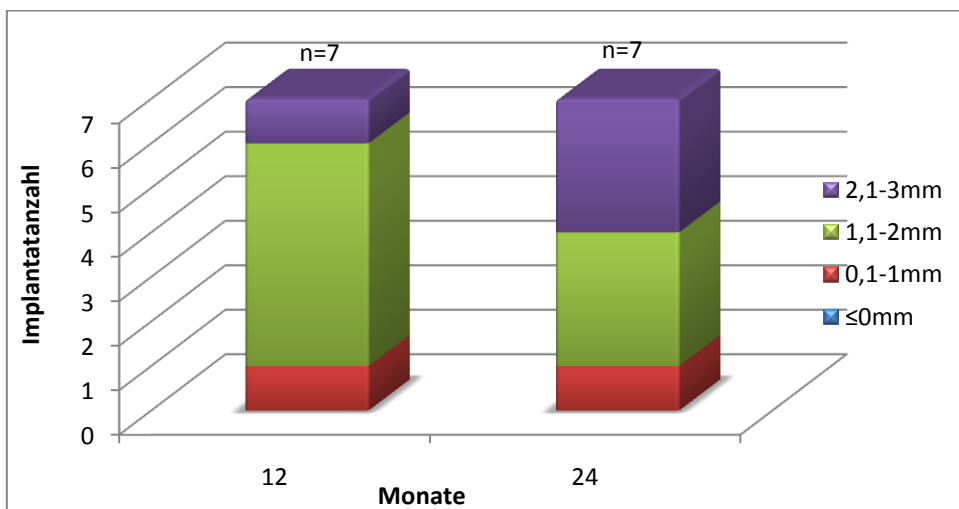


Abbildung 41: Knochenverlust in Relation zur Implantatanzahl über den Untersuchungszeitraum von 24 Monaten (n=nachuntersuchte Implantatanzahl)

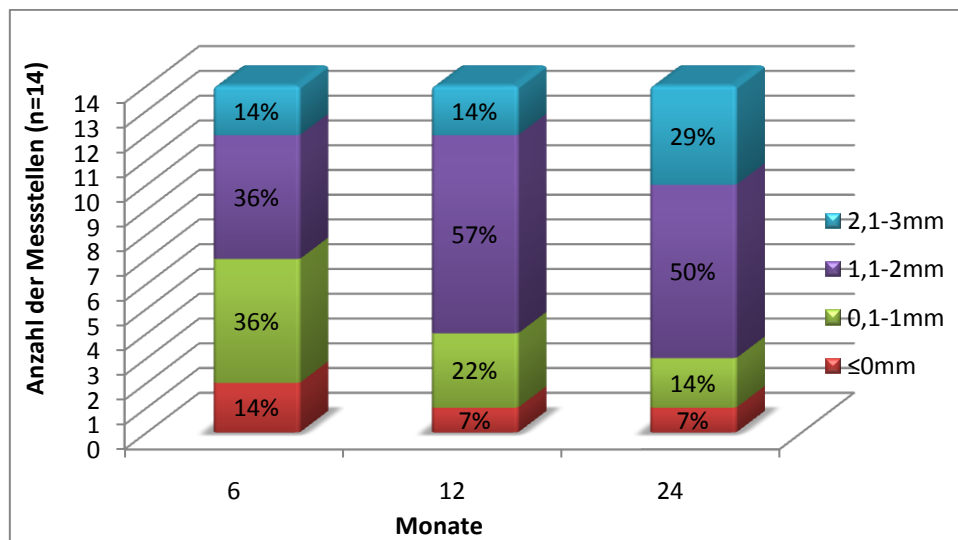


Abbildung 42: Knochenverlust in Relation zum Knochenniveau nach der Implantation. Die Werte wurden beim 6-, 12- und 24-Monatsrecall an 14 Messstellen ermittelt (7 Implantate mit jeweils mesialen und distalen Werten).

Tendenziell zeigte sich bei fast allen Implantaten ein Knochenabbau bis zum Schraubengewinde (Abbildung 43 a-e).

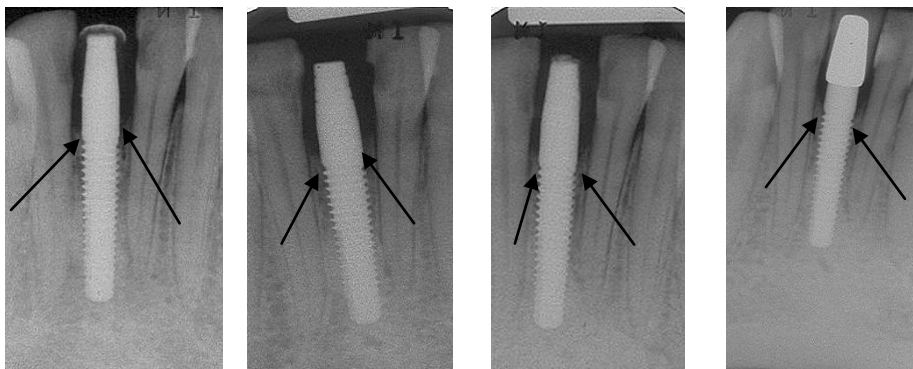


Abbildung 43 a-e: Röntgenbilder von einem Einzelzahnimplantat (a) postoperativ, (b) 6 Monate postoperativ, (c) 12 Monate Postoperativ und d) 24 Monate postoperativ. Die Pfeile zeigen das Knochenniveau.

4.3.3 Prothetische Parameter

Provisorische Versorgung

An fünf Implantaten musste der Abutmentanteil der Implantate (n=9) präpariert werden, bevor die Provisorien eingebracht worden sind (56%). Dazu wurde bei allen fünf Implantaten die bukkale Seite präpariert. Die anderen vier Implantate konnten ohne vorherige Präparation des Abutmentanteils mit Provisorien versorgt werden (44%). Alle Patienten wurden am Tag der Operation mit Provisorien sofortversorgt (100%). Dabei wurden alle Provisorien aus der Okklusion geschliffen (Abbildung 44).

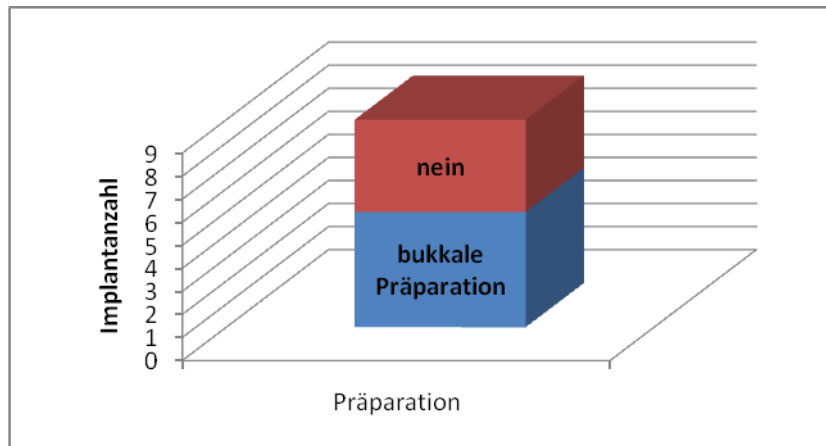


Abbildung 44: Präparation und Lage der Präparation am enoralen Anteil des Implantates (n=9).

Definitive prothetische Versorgung

Von 9 Implantaten wurden 7 Implantate definitiv prothetisch versorgt. Zwei Implantate gingen bereits in den ersten 6 Monaten verloren. Die definitive Versorgung der Implantate (n=7) erfolgte nach durchschnittlich 8,0 Monaten (4,18 bis 18,44 Monate). Davon wurden zwei Implantate (29%) nach 4 bis 6 Monaten, vier Implantate (57%) nach 6 bis acht Monaten und ein Implantat (14%) nach etwa 24 Monaten versorgt (Abbildung 45). Der Grund für die späte Versorgung des einen Implantates waren weitere überkronungsbedürftige Zähne bzw. Implantate bei einem Patienten. Ohne Berücksichtigung der späteren prothetischen Versorgung des einen Implantates liegt der Durchschnittswert bei 6,3 Monaten (4,18 bis 7,59 Monate; n=6).

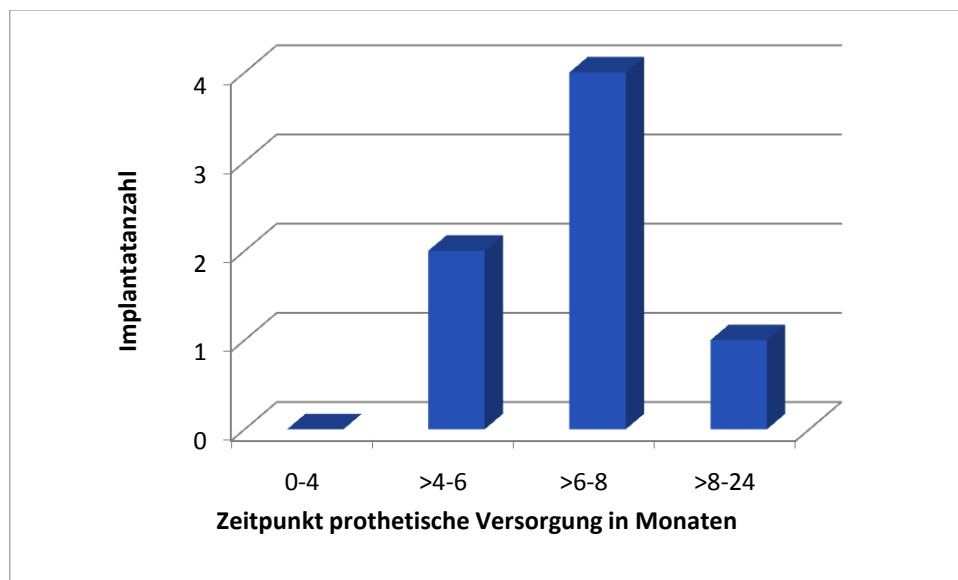


Abbildung 45: Zeitpunkt der definitiven prothetischen Versorgung der inserierten Implantate (n=7)

Lage des Kronenrandes

Die Lage des Kronenrandes nach definitiver prothetischer Versorgung lag bei fünf Implantaten (71%, n=7) supragingival und bei zwei Implantaten (29%) subgingival (Abbildung 46, 47a-c).

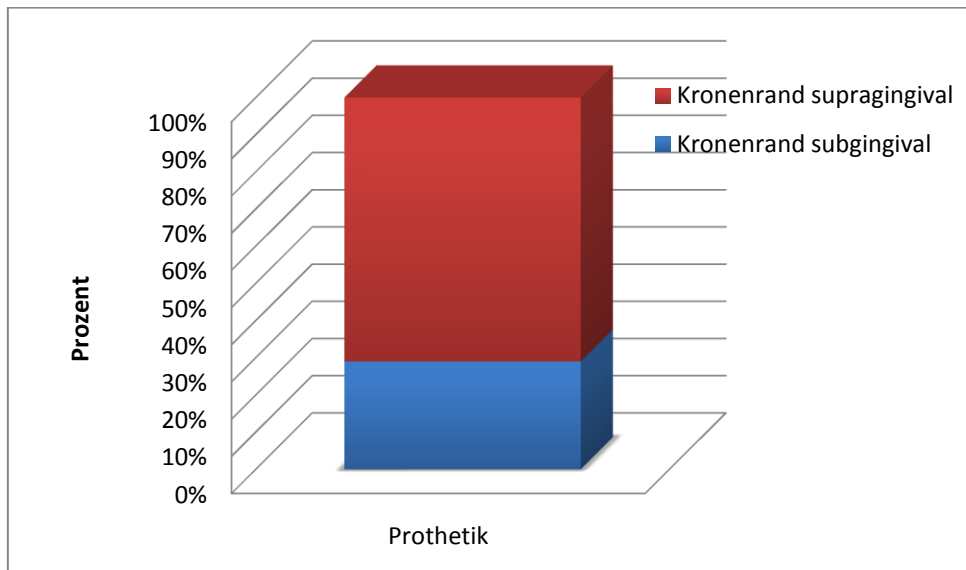


Abbildung 46: Lage des Kronenrandes nach prothetischer Versorgung (n=7) und nach 36 Monaten (n=3)



Abbildungen 47 a-c: Fotos nach a) provisorischer und b,c) definitiver Versorgung der NobelDirect™3.0-Implantate.

4.3.4 Weichgewebe

Plaque-Index

Das Auftreten von sichtbarer Plaque lag über den gesamten Studienzeitraum bei 0%. Dabei wurde bei keinem Recalltermin Plaque festgestellt (siehe Abbildung 48). Bei zwei Patienten mussten zwei Implantate vor der ersten Erhebung des Plaqueindex aufgrund von Komplikationen explantiert werden (Tabelle XY). Bei den Recallterminen nach 3, 6, 12 und 24 Monaten wurden 7 Implantate (n=7) berücksichtigt.

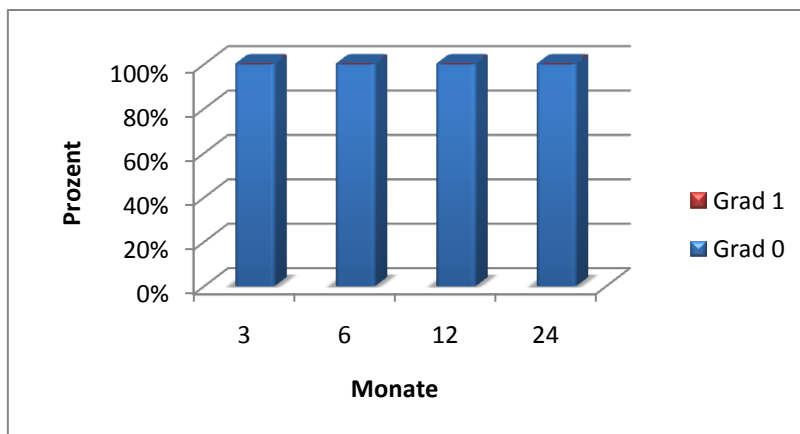


Abbildung 48: Plaqueindex. 0 = keine Plaque, 1 = sichtbare Plaque

Beurteilung der periimplantären Mukosa

Der durchschnittliche Wert der gesunden periimplantären Mukosa lag im gesamten Untersuchungszeitraum von 0 bis 24 Monaten bei 0,29. Dabei zeigten fünf Implantate nach 3 Monaten (71%, n=7) Grad 0 und zwei Implantate (29%) Grad 1. Nach 6 Monaten zeigten vier Implantate (57%, n=7) Grad 0 und drei Implantate (43%) Grad 1, nach 12 Monaten zeigten sechs Implantate (86%, n=7) Grad 0 und ein Implantat (14%) Grad 2. Nach 24 Monaten zeigten sechs Implantate (86%, n=7) Grad 0 und ein Implantat (14%) Grad 1 (Abbildung 49). Der Durchschnittswert lag nach 3 Monaten bei 0,29, nach 6 Monaten bei 0,43, nach 12 Monaten bei 0,29 und nach 24 Monaten bei 0,14 (Abbildung 50). Insgesamt zeigte über den gesamten Untersuchungszeitraum (bis 24 Monate post implantationem) ein Implantat eine spontane Blutung bei Sondierung (Grad 2) (Abbildung 49).

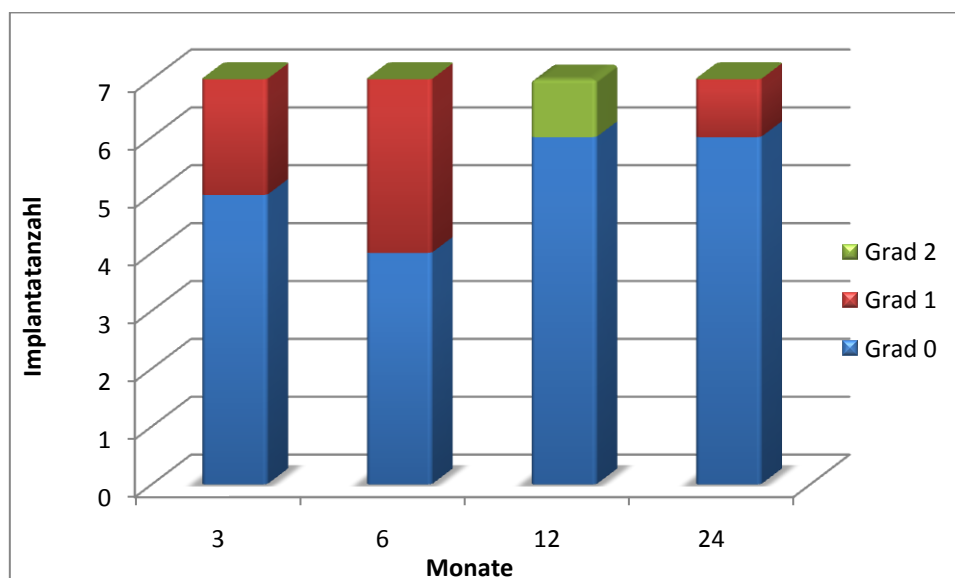


Abbildung 49: Evaluation der periimplantären Mukosa. 0 = gesunde Mukosa, 1 = Bluten auf oberflächliches Sondieren und 2 = spontane Blutung

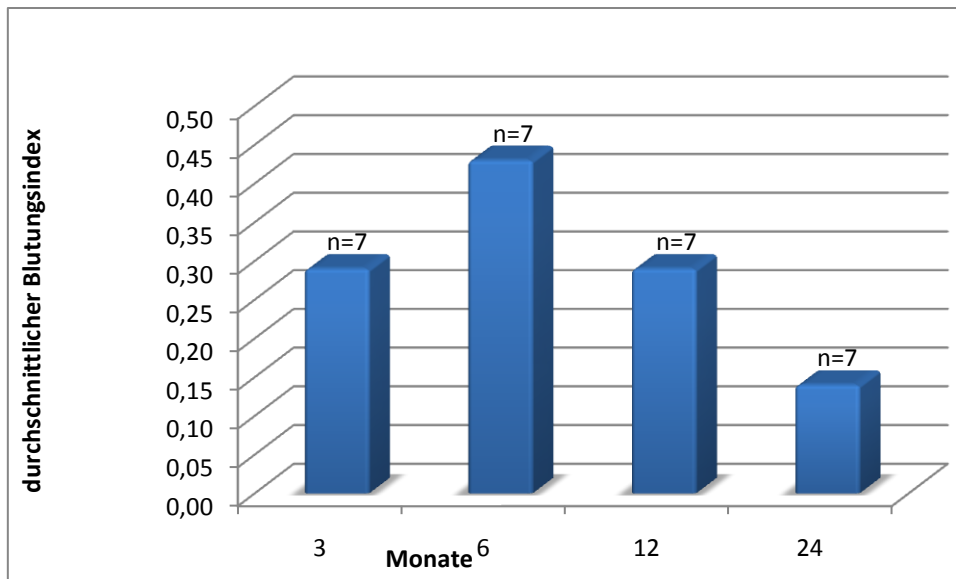


Abbildung 50: Durchschnittlicher Blutungsindex an den Recallterminen (n=nachuntersuchte Implantatanzahl).

Papillenindex nach Jemt

Der durchschnittliche Wert des Papillenindex nach Jemt lag im gesamten Untersuchungszeitraum von 0 bis 24 Monaten bei 1,79. Zum Zeitpunkt der Implantation mit sofortiger provisorischer Versorgung zeigten keine Papillen (0%, n=18) die Indizes 0 und 4. Sechs Papillen (33%) zeigten den Index 1, acht Papillen (45%) den Index 2 und nur vier Papillen (22%) den Index 3. Damit konnte nur in 22% der Papillen eine optimal ausgeformte Papille erreicht werden. Zum Zeitpunkt der prothetischen Versorgung zeigte eine Papille (7%, n=14) den Index 0 und war damit gar nicht vorhanden. Zwei Papillen (14%) wiesen den Index 1 und elf Papillen (79%) den Index 2 auf. Keine Papille konnte mit dem Index 3 bzw. 4 bewertet werden (0%). Diese blieben über den gesamten Untersuchungszeitraum stabil (Abbildung 51). Der Papillenindex lag bei der Implantatinserterion bei durchschnittlich 1,9 (n=9) und bei der definitiven Versorgung bei durchschnittlich 1,7 (n=7). Die Papillen stabilisierten sich über den gesamten Untersuchungszeitraum bei diesem Wert (Abbildung 52). An einem Implantat konnte während des Beobachtungszeitraums keine Ausbildung einer Papille beobachtet werden. Eine hyperplastische Papille (Jemt-Index 4) wurde an keiner Stelle und zu keiner Zeit festgestellt. Überwiegend zeigte sich über den gesamten Zeitraum eine Verteilung des Papillenindex um den Index 1 und Index 2 (Abbildung 51).

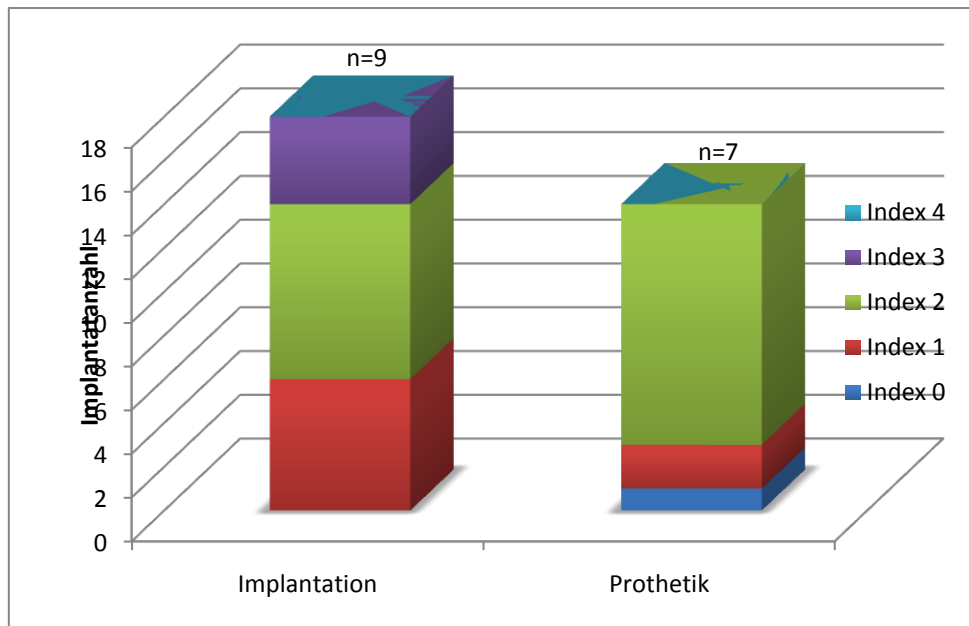


Abbildung 51: Papillenindex nach Jemt (n=Implantatanzahl)

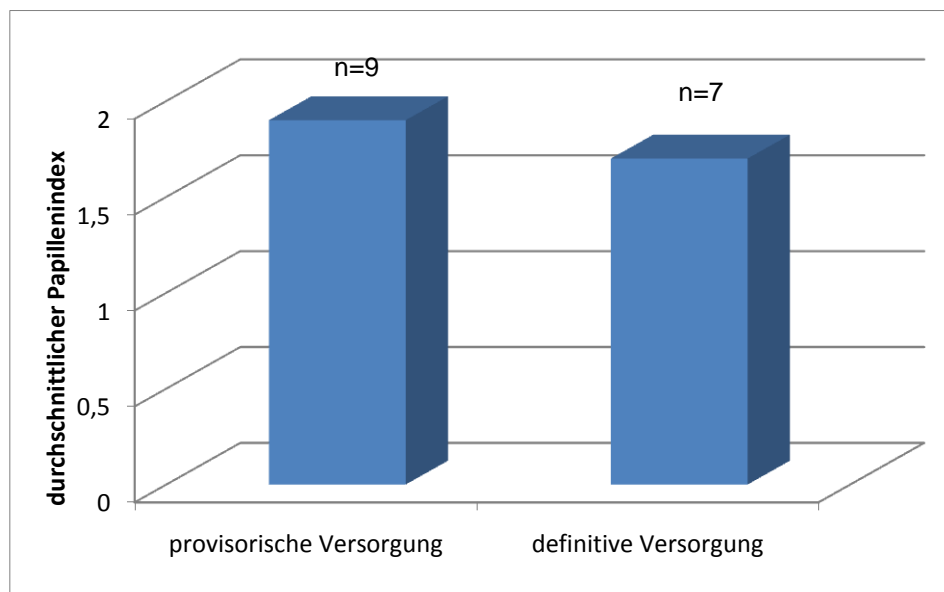


Abbildung 52: Durchschnittlicher Papillenindex nach provisorischer und definitiver Versorgung (n=nachuntersuchte Implantatanzahl).

Patientenzufriedenheit

Nach der provisorischen Versorgung gaben sechs Patienten (75%, n=8) an, mit der Funktion zufrieden zu sein und sieben Patienten (87,5%, n=8) gaben an, mit der Ästhetik zufrieden zu sein (Abbildung 53, 54). Zwei Patienten (25%) waren mit der Funktion und ein Patient (12,5%) mit der Ästhetik unzufrieden. Nach definitiver prothetischer Versorgung gaben sechs Patienten (100%, n=6) an, zufrieden mit dem funktionellen sowie ästhetischen Ergebnis zu sein. Bei den beiden Patienten, die mit der Funktion und/oder Ästhetik bei der provisorischen Versorgung unzufrieden waren, mussten die Implantate in der Einheilphase explantiert werden.

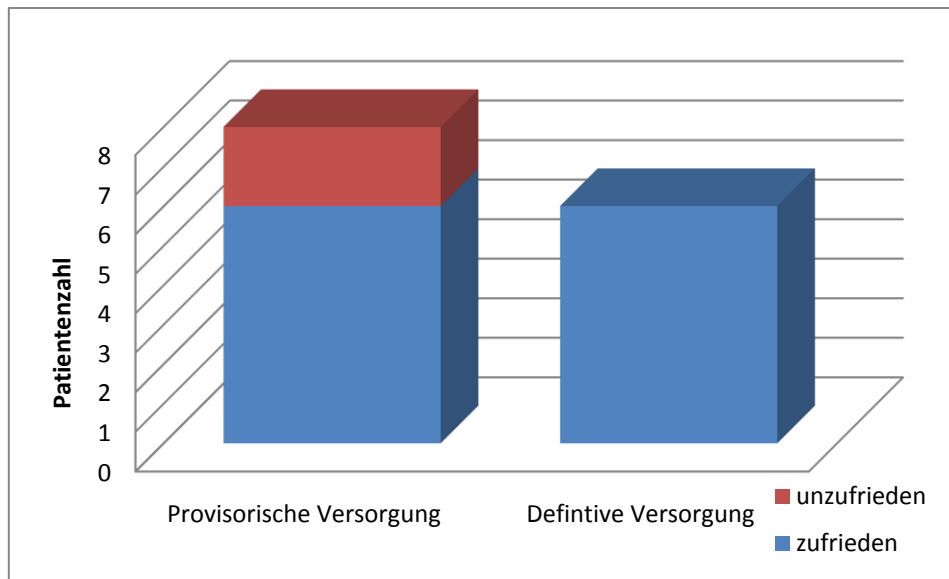


Abbildung 53: Patientenmeinung nach funktionellen Aspekten

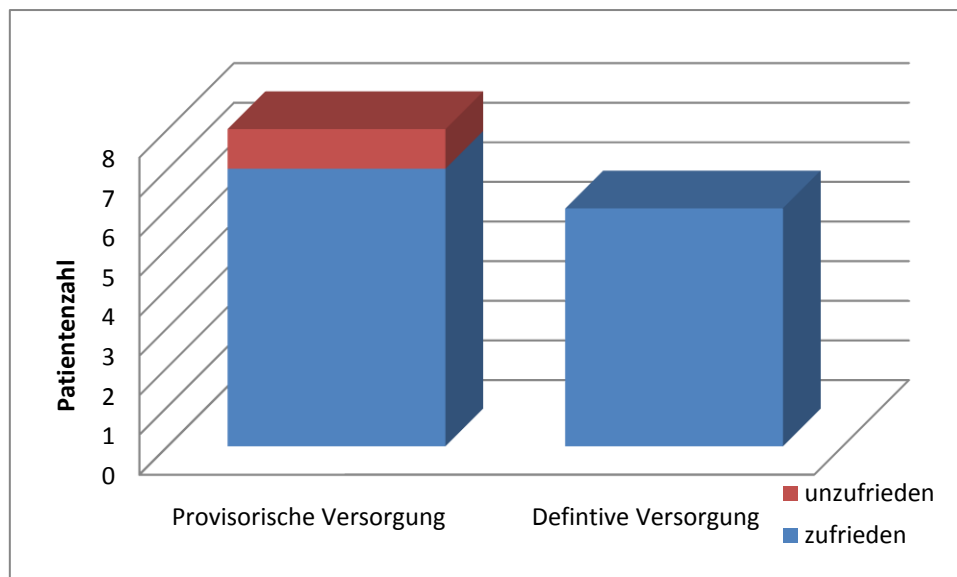


Abbildung 54: Patientenmeinung nach ästhetischen Aspekten

4.4 Liegedauer der inserierten Implantate (n=9)

Zum Zeitpunkt der Datenerhebung waren 6 Patienten bereits beim 2-Jahres-Recall. Die mittlere Liegedauer der inserierten NobelDirect™3,0mm-Implantate (n=9) lag bei 17,9 Monaten. 6 Implantate wiesen eine Liegedauer von etwa 22-24 Monaten auf (siehe Abbildung 55). Bei zwei Patienten mussten insgesamt zwei Implantate (22%) nach durchschnittlich 0,76 Monaten explantiert werden. Alle Daten der beiden Patienten sind in die Studie mit eingeschlossen.

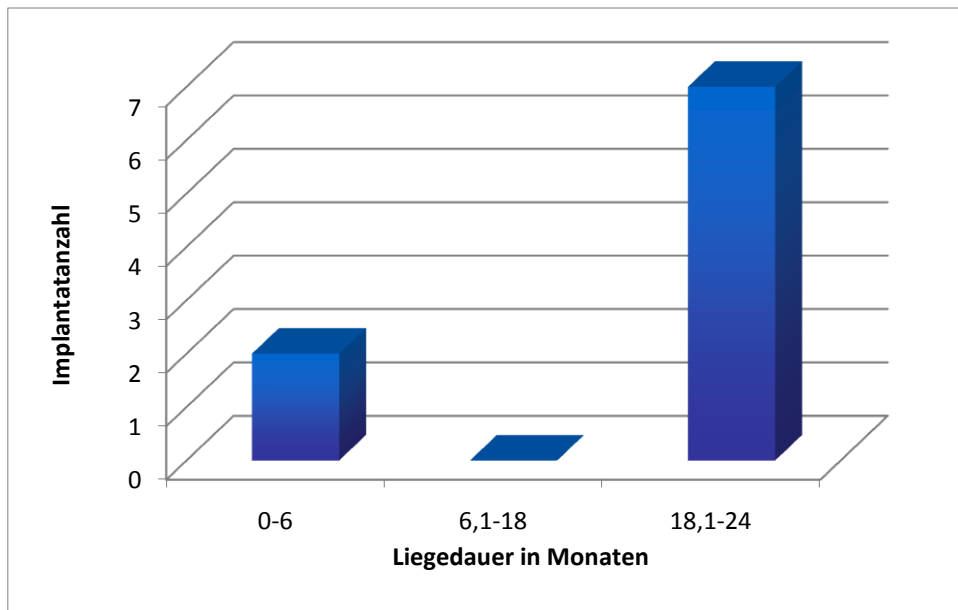


Abbildung 55: Liegedauer der inserierten NobelDirect™3,0mm-Implanate (n=9) in Monaten

4.5 Implantatverlust

4.5.1 Primär- und Sekundärverlusten

Während des Untersuchungszeitraums gingen bei den mit dem NobelDirect™3,0mm-Implantat (n=9) versorgten Patienten zwei Implantate verloren. Die Implantatüberlebensrate nach einem Jahr beträgt daher 78%, die Implantatverlustrate damit 22%. Alle explantierten Implantate (n=2) gingen in der Einheilphase verloren, d.h. die Liegedauer war kürzer als 6 Monate. Daraus ergibt sich eine Primärverlustrate von 22%. Kein Implantat ging später verloren (0%). Die Rate in situ lag bei 78%.

4.5.2 Explantationsursache

Zwei Implantate mussten aufgrund erhöhter Entzündungszeichen in der Implantationsregion nach 39 bzw. 51 Tagen entfernt werden. Es handelte sich in beiden Fällen um Implantate in regio 32. Beide Implantate wurden bei abgeheilter Gingiva mit Lappenbildung inseriert. Beide Implantate waren 13mm lang. Bei einem Implantat erfolgte im Vorfeld eine laterale Augmentation eines kortikospongiösen Knochenspans aus dem Kieferwinkel in regio 32. Die Knochenqualität wurde bei dem Implantat mit augmentierten Knochenbereich mit D2-Knochen beschrieben, bei dem zweiten Implantat mit D3-Knochen. Ersteres zeigte zusätzlich eine Knochenquantität der Klasse B, während letzteres eine Knochenquantität der Klasse A aufwies. Bei beiden Implantaten kam es zu einem Verlust der Primärstabilität der Implantate sowie erhöhter Mobilität der Implantate sowie der Nachbarzähne. Es zeigten sich erhöhte Entzündungswerte der Gingiva mit Anschwellen und Bluten. Außerdem klagten die Patienten beim Perkussionstest über Schmerzen an den Implantaten.

4.6 Überlebenszeitanalyse

Bei den Recalluntersuchungen zwei Jahre postoperativ kamen 6 Studienpatienten mit insgesamt 7 Implantaten (n=7). Bei allen Patienten waren die Implantate stabil im Knochen verankert und zeigten keine entzündlichen Veränderungen. Daraus ergibt sich eine Implantatüberlebensrate von 77,8% nach zwei Jahren (Tabelle 16). Aufgrund des kleinen Patientenkollektivs wurde in dieser Studie auf die Darstellung nach Kaplan-Meier verzichtet.

Tabelle 16: Überlebenszeitanalyse mit und ohne Berücksichtigung der Einheilphase

	Anzahl Implantate	explantiert	aus der Studie gefallen	fehlende Daten	Überlebensrate (%)
Implantation bis 3 Monate	9	2	0	0	77,8 (n=9)
3 bis 6 Monate	7	0	0	0	77,8 (n=9)
6 bis 12 Monate	7	0	0	0	77,8 (n=9)
12 bis 24 Monate	7	0	0	0	77,8 (n=9)

4.7 Implantaterfolg gemäß den Erfolgskriterien nach Albrektsson in modifizierter Form

Die bei den Patienten inserierten Implantate (n=9) wurden nach den Erfolgskriterien nach Albrektsson in modifizierter Form überprüft. Dabei wurde beurteilt, ob die Implantate stabil und osseointegriert sind, ob eine Radioluzenz am Implantat bzw. ob Anzeichen einer Infektion vorhanden sind. Unter Berücksichtigung der Kriterien ergibt sich eine Erfolgsrate von 78% nach 24 Monaten. Zwei Implantate (22%) mussten aufgrund des Verlustes der Primärstabilität und Schmerzen innerhalb der ersten 6 Monate entfernt werden.

5 Diskussion

In dieser prospektiven multizentrischen Studie wurden insgesamt neun Nobel Direct 3,0mm über 2 Jahre untersucht. Dabei mussten bereits innerhalb der ersten sechs Monate zwei Implantate explantiert werden. An den verbliebenen sieben Implantaten zeigte sich über den gesamten Untersuchungszeitraum ein deutlich erhöhter Knochenabbau an den Implantaten. Aufgrund der hohen Verlustrate wurde auf den Einschluß weiterer Patienten in die Studie verzichtet. So konnten lediglich 8 Patienten nachuntersucht werden. Zu dem kleinen Patientenkollektiv kam hinzu, dass die Patientenselektion und das Indikationsgebiet zur Implantation eines NobelDirect™-Implantates durch die geforderten Einschlußkriterien des Herstellers sehr schwierig war. Im Zeitraum 2005 und 2006 wurden die Patienten in die Studie mit einbezogen. Trotz der 2-jährigen Patientensuche für diese Studie konnten nicht mehr Patienten in dieser Studie aufgenommen werden. Dabei spielte vor allem die Indikation für dieses einteilige Implantatsystem eine Rolle. Schließlich sollten die Implantate in regio der lateralen oberen Inzisiven sowie der vier unteren Inzisiven inseriert werden. Allein diese Indikation kam im Vergleich zu anderen notwendig zu versorgenden Zahnlücken an der Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie der Universität Regensburg selten vor. Es zeigte sich in der vorliegenden Studie als häufigste Ursache, weshalb ein Implantat in den entsprechenden Regionen inseriert werden musste, der traumatisch bedingte Zahnverlust. Zudem spielt das Indikationsgebiet eine Rolle, da das NobelDirect™-Implantat als einteiliges System besondere Anforderungen an die Implantation erfordert. Doch auch in der Literatur sind die Studienlage und die Fallzahl eher gering. Albrektsson konnte in einer retrospektiven multizentrischen Studie insgesamt 18 Studien zu NobelDirect®-Implantaten einbeziehen (Albrektsson T. et al. 2007). Insgesamt bewertete Albrektsson in dieser Studie 550 Implantate. Davon wurden lediglich 55 Implantate als 3,0mm-NobelDirect™-Implantate inseriert. Hier wird wiederum das seltene Indikationsgebiet für dieses Implantatsystem deutlich und zudem zeigte sich in dieser Studie insgesamt eine Implantatverlustrate von 20% (Albrektsson T. et al. 2007). Nach der Diskussion der Fallzahl können auch patientenspezifische Faktoren Einfluss auf den Implantaterfolg nehmen. Zu nennen sind hier zum Einen Patientenalter und Geschlecht zum Anderen systemische und funktionelle Faktoren. Die beiden explantierten Implantate stammten von einer 19-jährigen und einer 41-jährigen Patientin. Diese mussten bereits in der Einheilphase entfernt werden. Bei einem 70-jährigen Patienten zeigte sich bereits innerhalb kurzer Zeit post implantationem ein deutlich erhöhter Knochenabbau von mehr als 2,5mm. Bei allen drei Patienten wurden ebenso systemische bzw. funktionelle Risikofaktoren festgestellt. So zeigten sich bei zwei dieser Patienten parafunktionelle Habits, einer rauchte dabei zudem mehr als 10 Zigaretten pro Tag. Der dritte Patient zeigte einen deutlichen horizontalen Knochenabbau mit lokal vertikalem Knochenverlust, welcher sich vor allem im Seitenzahngebiet bemerkbar machte. Ein unmittelbarer Zusammenhang dieser Faktoren kann aber aufgrund der zu kleinen Fallzahl nicht hergestellt werden. Daher können diese Ergebnisse lediglich mit anderen repräsentativen Studien verglichen werden. So findet man in der Literatur eher kontroverse Diskussionen bezüglich des Einflusses des Alters. Grundsätzlich sollte vor allem bei älteren Patienten stets der allgemeine Gesundheitszustand

berücksichtigt werden. Bei diesem Patientengut können die körpereigene Abwehr reduziert sein sowie andere involutive Prozesse ablaufen, welche zu einer erhöhten Morbidität und Mortalität führen können (Koeck B., Wahl, G. 2004). Diese Abhängigkeit von Alter und Implantatverlust-rate konnte Porter in einer Literaturübersicht bei Patienten im fortgeschrittenen Alter bestätigen (Porter J.A. et al. 2005). Máximo, Aalam und Doyle konnten im Gegensatz dazu aber keinen Zusammenhang zwischen Alter und Implantatverlustrate feststellen (Máximo M.B. et al. 2008, Aalam A.A. et al. 2005; Doyle S.L. et al. 2007). Als weiteren Grund für eine erhöhte Verlustrate von Implantaten bei älteren Patienten wird häufig neben der erhöhten Morbidität eine mangelnde manuelle Geschicklichkeit bei der Reinigung der Implantate angeführt (Tetsch P. 1991). Dieses Defizit kann aber häufig durch das soziale Umfeld (Familienangehörige, Betreuungspersonal) kompensiert werden. Weisen ältere Patienten solche Risikofaktoren jedoch nicht auf, wird für sie von manchen Autoren aber eine eher günstigere Implantatprognose diskutiert. Dabei spielen womöglich verlangsamte Stoffwechselfvorgänge eine Rolle, aber auch die Aufgeschlossenheit des Patienten, sich einem derartigen Versorgungsaufwand im hohen Alter zu unterziehen (Müller F. et al. 1994). In der vorliegenden Arbeit zeigte sich bei dem 70-jährigen Patienten während der Einheilphase ein bereits hoher Knochenabbau von 2,5mm. Das Knocheniveau stabilisierte sich schließlich auf Höhe der ersten Schraubenwindung und veränderte sich auch bis zum 2-Jahres-Recall nicht mehr. Als Ursache können bei dem 70-Jährigen eventuell altersbedingte Prozesse angeführt werden, da der Patient bereits eine parodontal zum Teil erheblich vorgeschädigte Restbezaahnung hatte. Da im Vorfeld allerdings ein Risikoprofil vom Patienten erstellt und eine entsprechende Parodontalbehandlung durchgeführt worden ist (Zarb G.A., Lewis D.W. 1994; Buser D. et al. 2000), kommt als Ursache für derartige rasche Knochenverluste die Konzeptionierung des Implantatsystems als einteiliges System in Frage. Insgesamt betrachtet konnte nämlich im Verlauf der Studie bei fast allen Patienten ein derartiger Knochenabbau beobachtet werden, ohne dass in der Anamnese besondere Risikofaktoren gefunden werden konnten. Daher ist ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Alter des Patienten und Knochenabbau nach entsprechender Risikoeinstufung des Patienten an Implantaten fraglich. Im Gegensatz hierzu ergaben sich bei Betrachtung des Geschlechts beide Implantatverluste bei weiblichen Patienten. Auch dieser Aspekt wird in der Literatur eher kontrovers diskutiert. So fand Strietzel in einer retrospektiven Longitudinalstudie, bei der 504 Patienten mit insgesamt 1554 Implantaten untersucht wurden, heraus, dass neben anderen Faktoren das Geschlecht ein erhöhtes Risiko für einen Implantatverlust darzustellen scheint (Strietzel F.P. et al. 2004). So konnten Brochu hinsichtlich der Implantatstabilität und dem Knocheniveau in einer Studie zeigen, dass weibliche Patienten deutlich geringere Veränderungen bezüglich der Implantatstabilität und Knochenverlust aufweisen als männliche Patienten (Brochu J.F. et al. 2005). Dies widerspricht zwar den Ergebnissen der vorliegenden Studie, bei der die Implantate bei weiblichen Patienten verloren gingen. Allerdings ist das Ergebnis der vorliegenden Studie als nicht repräsentativ anzusehen. Es zeigte sich aber bei den männlichen Patienten in der vorliegenden Arbeit ein durchschnittlicher Knochenabbau von 2mm im Vergleich zu einem durchschnittlichen Abbau von 1mm bei den weiblichen Patienten.

Dies stimmt wiederum mit den Aussagen von Brochu überein (Brochu J.F. et al. 2005). Dagegen konnten andere Autoren wie Máximo, Aalam und Doyle keinen Einfluss des Geschlechts auf das Knochenniveau und den Implantationserfolg feststellen (Máximo M.B. et al. 2008, Aalam A.A. et al. 2005; Doyle S.L. et al. 2007; Arvidson K. et al. 2008). Insgesamt ist die Studienlage zu diesem Thema aber sehr spärlich. Vermutet werden allerdings endokrine Faktoren und Faktoren, die den Lebenswandel betreffen. Eine abschließende Bewertung ist daher nicht möglich. Hinsichtlich der systemischen und funktionellen Faktoren ist die Studienlage eindeutiger. So zeigte sich bei einem Patienten, bei dem das Implantat bereits nach 39 Tagen explantiert werden musste, bei der Erstbefundung Anzeichen für Parafunktionen. Bei einem weiteren Patienten, der ähnliche Befunde aufwies, wurde bereits in den ersten sechs Monaten ein Knochenverlust von 2,5 mm festgestellt. Der Knochen stabilisierte sich aber bis zum 24-Monatsrecall auf diesem Niveau, das Implantat ist immer noch in situ. Ob der Einfluss dieser Parafunktionen sowohl für den Implantatverlust und den Knochenabbau verantwortlich war, ist eher fraglich, da die Implantate bis zur definitiven Versorgung aus der Okklusion geschliffen waren. In der Literatur kann man bisher ebenfalls keine Evidenz finden, welche einen Einfluss von Parafunktionen auf den Implantaterfolg beweisen würde, allerdings konnte man einen Zusammenhang aus der klinischen Erfahrung herleiten (Lobbezoo F. et al. 2006; Misch C.E. et al. 2002; Porter J.A. 2005). Dabei zeigten sich bei Patienten mit Parafunktionen häufig ein erhöhter Knochenverlust, Implantatfrakturen, Keramikabplatzungen u.a. (Lobbezoo F. et al. 2006; Misch C.E. et al. 2002). Bezüglich des Belastungszeitpunktes (Sofortbelastung-Spätbelastung) scheint es bei Patienten mit Parafunktionen aber keinen Unterschied zu geben (Sennerby L., Gottlow J. 2008). Um eine wissenschaftliche Bewertung des Einflusses von Bruxismus auf eine erhöhte Implantatverlustrate anstellen zu können, muss zunächst die Ätiologie von Bruxismus hinreichend geklärt werden. Bekannt ist derzeit lediglich eine Regulierung bruxistischer Habits hauptsächlich über das zentrale Nervensystem (Lobbezoo F. et al. 2006). Als Zweites muss ein Zusammenhang zwischen Bruxismus und dem Implantaterfolg nachgewiesen werden. Dazu müssen in Zukunft aussagekräftige reproduzierbare Studien entwickelt werden (Lobbezoo F. et al. 2006). Solange es keine Evidenz für einen Zusammenhang von Bruxismus und Implantatverlust gibt, wird eine entsprechende Funktionsdiagnostik empfohlen, die Parafunktionen und Fehlbelastungen im Kausystem erkennen lässt. Diese sollten anschließend entsprechend behandelt werden (Lobbezoo F. et al. 2006; Misch C.E. et al. 2002). Gesichert ist hingegen der Einfluss des Rauchens auf den Implantaterfolg. In der Studie gab die Patientin, bei der ein Implantat explantiert werden musste und die parafunktionellen Habits zeigte, bereits in der Anamnese an, zwischen 11 und 20 Zigaretten pro Tag zu rauchen. Diese Faktoren können die Ursache für den Implantatverlust sein. So schränkt das Rauchen die Wundheilung ein. Parafunktionelle Habits können bei einteiligen sofortversorgten Implantaten zu Fehlbelastungen am Implantat führen, die letztlich den Verlust bedingen (Lobbezoo F. et al. 2006; Misch C.E. et al. 2002; Porter J.A. 2005). Bei subgingivaler Einheilung stellt das Rauchen noch keinen so risikobehafteten Faktor da. Dass Rauchen aber generell ein Risikofaktor für den Implantaterfolg ist, hob bereits die ITI-Gruppe im Rahmen eines

Konsensuspapieres im Jahr 2000 hervor (Buser D. et al. 2000). So ist ein Zusammenhang zwischen Rauchen und erhöhter Implantatverlustrate bereits in zahlreichen Studien nachgewiesen worden. So wertete eine Autorengruppe bei einer gezielten Literatursuche zum Thema Rauchen in Verbindung mit einer Implantattherapie insgesamt 139 Veröffentlichungen (1989-2005) aus, unter denen 29 Metaanalysen und 35 Literaturübersichten waren. Das Ergebnis aus dieser Zusammenfassung war ein signifikanter Einfluss von Rauchen auf den Implantaterfolg sowie auf Implantationen im augmentierten Bereich (Strietzel F.P. et al. 2007). Zu demselben Ergebnis kam eine indische Arbeitsgruppe, die in einer Literaturübersicht Studien zwischen 1990 und 2005 zum Thema Rauchen und Implantatverlust ausgewertet haben. Dabei zeigte sich eine mehr als zweifach so hohe Implantatverlustrate bei Rauchern im Gegensatz zu den Nichtrauchern (Baig M.R., Rajan M. 2007). Außerdem bestätigte unabhängig davon eine Metaanalyse einer japanischen Arbeitsgruppe ebenfalls den Einfluss von Rauchen auf den Implantaterfolg (Hinode D. et al. 2006). Ursächlich kann dabei zum einen die Implantatoberfläche sein. Hierzu fand eine Arbeitsgruppe einen Zusammenhang zwischen dem Rauchen und der Oberflächenbeschaffenheit an Implantaten. Dabei wurden 593 Raucher mit insgesamt 2182 glatten Implantaten und 905 Raucher mit insgesamt 2425 oberflächenbehandelten Implantaten versorgt. Dabei zeigte sich bei der ersten Patientengruppe eine erhöhte Implantatverlustrate (Balshe A.A. et al. 2008). Zum zweiten scheint die Freilegung des Implantates eine Rolle zu spielen. So fand Lambert in einer prospektiven 8-Jahres-Studie keine erhöhten Implantatverlusten in der Einheilphase (Implantation bis Freilegung), er konnte aber eine erhöhte Verlustrate in der Phase Freilegung und prothetische Versorgung (Lambert P.M. et al. 2000). In weiteren Studien konnte ein Zusammenhang zwischen der Zigarettenanzahl pro Tag, der Anzahl der Rauchjahre und der Implantatverlustrate gefunden werden. So konnte Sánchez-Pérez in einer Studie zeigen, dass bei Gelegenheitsrauchern (0-10 Zigaretten/Tag) und Gewohnheitsrauchern (11-20 Zigaretten/Tag) eine 10% höhere Implantatverlustrate, bei starken Rauchern (>20 Zigaretten/Tag) sogar eine um 30% höhere Verlustrate gegeben ist (Sánchez-Pérez A. et al. 2007). Mundt fand zusätzlich in einer Studie höhere Mißerfolgsraten in Abhängigkeit von der Anzahl der Rauchjahre. Dabei machte es keinen signifikanten Unterschied, ob ein Patient 20 Jahre geraucht hat und dann jahrzehntelang nicht mehr oder ob er seit 20 Jahren bis heute raucht. Er konnte in seiner Studie damit höhere Implantatverlusten bei früheren Rauchern sowie eine dosisabhängigen Effekt zwischen der Rauchjahre und der Implantatverlustrate finden (Mundt T. et al. 2006). Diese lassen durch das Rauchen verursachte dauerhafte Schäden an der Gingiva neben den bekannten systemischen Auswirkungen auf den menschlichen Organismus vermuten. Hierzu zählt die vasokonstringierende Wirkung von Nikotin, die eine über die Jahre deutlich schlechtere Durchblutung der Gewebe verursacht, und damit zu einer dauerhaften Schädigung führen kann. Zusammenfassend lässt sich aufgrund der derzeitigen Studienlage nachweisen, dass Rauchen als Risikofaktor gilt. Von daher sollten die Patienten von den Behandlern über die Auswirkungen von Rauchen auf die Implantatprognose entsprechend aufgeklärt werden. Zumeist mangelt es aber an der Compliance des Patienten, der die Problematik nur selten einsieht. Genauso wie das Rauchen einen Einfluss auf den Implantaterfolg, scheint

auch das parodontal vorgeschädigte Gebiss einen Einfluss darauf zu nehmen. In der vorliegenden Studie zeigten sich bei dem Patienten mit dem deutlichen horizontalen Knochenabbau mit lokal vertika-lem Knochenverlust vor allem im Seitenzahngebiet bereits in der Einheilphase ein deutlicher Knochenrückgang am Implantat. In der Literatur wird ein Einfluss der Parodontitis auf das Knochenniveau an Implantaten und letztlich auf die Implantatprognose klinisch vermutet. Hier zeigten sich erhöhte Knochenverlusten und Periimplantitiden in Verbindung mit parodontal kompromittierten Zähnen (Heitz-Mayfield L.J. 2008; Lindhe J. et al. 2008; Malo P. et al. 2007, Roos-Jansåker A.M. et al. 2006, Schou S. et al. 2006, Porter J.A. et al. 2005, Dikapua L. et al. 2003, Cosci F. et al. 1997). Dabei wurden an den betroffenen Implantaten stets Bakterien, wie z.B. *aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Fusobacterium spp.*, *Porphyromonas gingivalis*, *Treponema denticola*, *Tannerella forsythia*, gefunden, welche mit der Parodontitis in Verbindung gebracht werden können (Lindhe J. et al. 2008, Van de Velde T. et al. 2008, Shibli J.A. et al. 2008). Durch diese Ergebnisse stuft eine Arbeitsgruppe um Lindhe auf einem europäischen Parodontologie-Workshop 2008 die Parodontitis als Risikofaktor ein. Dabei wird von dieser Gruppe prä implantationem eine entsprechende antispetische Vorbehandlung (PA-Therapie verbunden mit antimikrobiellen Mundspülungen) gefordert (Lindhe J. et al. 2008; Heitz-Mayfield L.J. 2008). Außerdem erscheint es sinnvoll zu sein das Implantat mit Berücksichtigung der „Biologischen Breite“ zu inserieren, um die Ausbildung einer entsprechend „dichten“ Weichgewebsmanschette um das Implantat zu ermöglichen (Cochran D.L. 1996a,b, 1997; Hermann J.S. et al. 2000a, 2001a; Cochran D.L., Hermann J.S. 2005). So fordern heute bereits einige Autoren eine Mindestschleimhautdicke von 2mm zirkulär um Implantate, um eine entsprechende Einwanderung von Bakterien bis in den Bereich des enossalen, meist rauhen Anteils des Implantates durch Ausbildung eines straffen Bindegewebssaumes zu verhindern. Gelangen die Bakterien nämlich bis zu dem rauhen Anteil des Implantates, dann kann ein Knochenabbau an den Implantaten durch die gute Haftung der Mikroorganismen auf der Oberfläche kaum verhindert werden (Heitz-Mayfield L.J. et al. 2008; Ostman P.O. et al. 2007). Die Folge ist letztendlich die Entstehung einer Periimplantitids. Als Ergebnis sollte der parodontitisassoziierte Knochenabbau an Implantaten durch eine entsprechende Vorbehandlung (PA-Therapie) verhindert werden. Außerdem sollte eventuell mit Hilfe augmentativer Maßnahmen (Roll-lappen, palatinal gestielter Bindegewebslappen, freies Bindegewebsstransplantat) eine entsprechende Weichgewebsdicke erreicht werden. Darüber hinaus sollte der Patient in ein strenges Recallsystem aufgenommen werden, um eventuelle Anzeichen einer Infektion an den Implantaten rechtzeitig behandeln zu können. Zusammenfassend ist die Aussagekraft dieser Ergebnisse zwar wegen der kleinen Fallzahl eingeschränkt, doch decken sich die Ergebnisse mit denen anderer Studien.

Ästhetische Resultate implantatprothetischer Versorgungen werden vom Wechselspiel zwischen roter und weißer Ästhetik bestimmt, Langzeitstabilität von der exakten Positionierung und ausreichend befestigter Gingiva. Dabei können diese Parameter bereits durch das operative Vorgehen beeinflusst werden, so auch durch die Wahl des Lappendesigns. In der vorliegenden Studie war bei acht Implantaten (n=9) eine Lappenbildung erforderlich (89%). Dabei erfolgte bei allen 6 Spätimplantaten und bei

zwei von drei Sofortimplantaten eine Lappenbildung. Ein Grund für diese Vorgehensweise war die bessere Übersicht über das Implantationsgebiet, die eine ausreichende Beurteilung der Knochensituation ermöglichte. Auf diese Weise konnten bukkale Perforationen sicher ausgeschlossen werden. In der Literatur findet man dazu ebenfalls Empfehlungen, Implantationen sowohl bei Spätimplantaten als auch bei Sofortimplantationen zwecks der besseren Übersicht und Darstellung des Knochens mit Lappen zu machen. So kann bei entsprechender Lappenbildung die Implantatposition kontrolliert optimiert bzw. andere ergänzende augmentative Maßnahmen gegebenenfalls durchgeführt werden. Des Weiteren können Knochenperforationen vermieden werden (Foitzik, C. 1994). In weiteren Studien von Albrektsson und Sennerby scheint die „flapless-surgery“ sogar einen eher negativen Einfluss auf den Knochen zu haben (Albrektsson T. et al. 2007; Sennerby L. et al. 2008). Als Ursache wird von diesen Autoren ein mangelnder Überblick über die Hartgewebesituation diskutiert, der eine optimale Implantatpositionierung entsprechend der Knochensituation erschwert. Als weitere Ursache kommt der durch den Punch (Stanzung) verursachte Verlust von wertvollem Gewebe bei der „flapless-surgery“. Auch Chen fanden bei Implantationen ohne Lappen stärkere gingivale Rezessionen. Als Grund geben die Autoren ebenfalls eine nicht sicher zu gewährleistende optimale Implantatpositionierung aufgrund der mangelnden Übersicht an. Dabei können der gingivale Biotyp, aber auch die vertikale Positionierung der Implantatschulter zum Knochen eine Rolle spielen (Chen, S. T. et al. 2009). Einen weiteren Einfluss auf die Langzeitstabilität der Implantate kann das Bohrprotokoll des Implantates nehmen. So kann durch die Implantatbettbohrung der Knochen maßgeblich sowohl positiv wie negativ beeinflusst werden. Dabei hat bereits die Kühlung bei der Bohrung einen Einfluss. Dieser konnte aber bei der Aufbereitung durch die Innen- wie Außenkühlung der Instrumente ausreichend gewährleistet werden, weswegen ein Einfluss auf die beiden Implantatverluste in der Studie ausgeschlossen werden kann. Anders verhält es sich aber bei der Aufbereitung des Bohrloches an sich. Das NobelDirect™-Implantat ist von seiner Makrostruktur als „tapered“- (konisches) Implantat entwickelt worden. So kann bei nicht ausreichender Aufbereitung während der Insertion des Implantates eine erhöhte Stressbelastung auf den Knochen verursacht werden. So zeigte sich in der vorliegenden Studie, dass die beiden explantierten Implantate in abgeheilte Knochengebiete (also als Spätimplantate) inseriert worden sind. Bei nicht ausreichender Aufbereitung und anschließender Insertion des Implantates besteht das Risiko eines sog. „overtorque“ mit der Bildung von Mikrofrakturen im Knochen. Dadurch kann es im Folgenden zu Knochenverlusten und erhöhten Misserfolgsraten kommen (Albrektsson, T. et al. 2007). Bei der weiteren Literatursuche findet man zum Einfluss der Form von Implantaten eine finite Elementanalyse, welche die Auswirkungen des Tapers von Implantaten (0°-14°) auf den Alveolarkamm vergleichen und zeigen (Petrie C.S., Williams J.L. 2005). Dabei konnte bei größerem Taper eine 1,65fache Steigerung der Stresswerte auf den Alveolarkamm festgestellt werden, was wiederum zu einer vermehrten Knochenresorption führen kann (Petrie C.S., Williams J.L. 2005). Daraus ergeben sich höhere Belastungsspitzen am Alveolarknochen bei Implantaten mit Taper (Petrie C.S., Williams J.L. 2005). Diese Probleme können durch nicht ausreichende Aufbereitung des

Implantatbettes verstärkt werden. Allerdings wurde in der vorliegenden Studie bei den beiden explantierten Implantaten das Bohrprotokoll für dichten Knochen angewandt. Dadurch konnte eine Stressbelastung für den Knochen bei Insertion des Implantates vermieden werden. Probleme hinsichtlich der Stressbelastung im Knochen können sich aber beim Drehmoment ergeben. Alle Implantate wurden mit dem vom Hersteller empfohlenen Drehmoment von 40-45Ncm eingebracht. Bezüglich des Einflusses des Drehmoments auf den Implantaterfolg gibt es bisher zwar keine aussagekräftigen Studien, klar dürfte aber sein, je höher das Drehmoment, desto größer der Druck auf den Knochen, desto größer die Stressbelastung und desto größer die Wahrscheinlichkeit von Mikrofrakturen im Knochen und damit verbunden erhöhte Knochenresorptionen oder sogar Implantatverluste. So empfehlen fast alle Implantathersteller, ein Drehmoment von 35 Ncm nicht zu überschreiten. So könnte das erhöhte Drehmoment durchaus einen Einfluss auf den Implantatverlust bei den beiden Patienten genommen haben, vor allem weil es sich hier um Spätimplantate handelte, bei denen eine formkongruente Aufbereitung und ausreichende Primärstabilität auch bei kleinerem Drehmoment sicher gewährleistet werden konnte. Eine abschließende Bewertung ist aber aufgrund der zu geringen Fallzahl an dieser Stelle nicht möglich. Anders verhält es sich bei Sofortimplantationen in Extraktionsalveolen, da ein gleichmäßiger Knochenkontakt durch die Inkongruenzen der Extraktionswunde nicht gewährleistet ist. Um eine sichere Einheilung dennoch gewährleisten zu können, spielt die exakte Positionierung des Implantates in der Extraktionsalveole eine entscheidende Rolle. Dabei muss vor allem eine ausreichende Dicke der bukkalen Knochenlamelle beachtet werden. Diese sollte mindestens 2mm dick sein, da es nach Zahnextraktion zu einem Verlust des sog. „bundle bone“ kommt. Kann durch die Inkongruenz der Alveole ein Abschluss Implantat-bukkaler Knochen nicht gewährleistet werden, kann das Implantat unter Berücksichtigung der sogenannten „jumping distance“ (1mm) zum bukkalen Knochen inseriert werden. So kann durch diese exakte Positionierung ein stabiles Ergebnis ohne Resorption des bukkalen Knochens erreicht werden. Ein anderer sehr wichtiger Aspekt bei der Sofortimplantation ist eine ausreichende Primärstabilität, die über die gesamte Einheilphase gewährleistet sein muss. Dabei ist die wichtigste Voraussetzung die Gewährleistung einer stabilen Lage des Implantates, um die Knochenneubildung im Interface sicher garantieren zu können (Albrektsson T., Albrektsson B. 1987). Bewegungen der Implantatoberfläche können eine Störung des sich ausbildenden strukturellen Musters im Interface verursachen. So beeinflussen mögliche Mikrobewegungen während der Einheilphase die Interaktionen zwischen Knochen und Bindegewebe im Interface und dadurch die Osseointegration (Brunski 1991). Mikrobewegungen, deren Auslenkung größer als 100µm ist, können dabei die Osseointegration verhindern (Brunski 1993). Die mesenchymalen Zellen können sich bei Mikrobewegungen zwischen 10-20 µm oder größer während der initialen Heilung nur zu Fibroblasten und nicht zu Osteoblasten differenzieren (Philips J.H. 1988; Hjørting-Hansen et al. 1990). Noch stärkere Mikrobewegungen an der Knochen-Implantat-Kontaktzone führen zu Störungen des Remodelling-Prozesses und damit zu einer bindegewebigen Implantatummantelung, die letztlich Mobilität und Implantatverlust bedingen (Branemark 1983, Piliar et al. 1986, Brunski 1992 a,b). Diese ausreichende Primär-

Stabilität wurde in der vorliegenden Studie zum einen durch ein Drehmoment von 40-45 Ncm sichergestellt, zum anderen durch die Implantatbettaufräsbereitung und Implantatform (Implantate mit Taper), die Inkongruenzen im Knochen ausgleichen und für einen gleichmäßigen Implantat-Knochen-Kontakt sorgen sollten. Ein Einfluss dieser Faktoren kann in der Studie nicht objektiv bewertet werden, vor allem da die beiden Implantatverluste sowie der anfänglich hohe Knochenverlust vor allem bei dem einen Patienten lediglich bei den Spätimplantaten auftraten. Bezüglich der Sofortimplantationen in der vorliegenden Studie kann hier deshalb kein Einfluss festgestellt werden. In der Literatur fand aber auch eine Arbeitsgruppe um Lang bei getaperten, schraubenförmigen Implantaten in Verbindung mit Sofortimplantationen keine signifikanten Mißerfolgsraten hinsichtlich Einheilung und Kurzzeitergebnisse im Vergleich zu anderen Systemen (Lang N.P. et al. 2007). Allerdings fand Quirynen in einer Literaturübersicht über Sofortimplantate hinsichtlich des Behandlungsergebnisses nach 2 bzw. 5 Jahren tendenziell höhere Verlustraten. Ein Vergleich der herangezogenen Studien war aber aufgrund der Heterogenität schwierig. So fordert er wegen der schlechten Studienlage gezielte randomisierte Studien, die entsprechende Vergleiche untereinander zulassen (Quirynen M. et al. 2008). In der vorliegenden Studie wurde aber nicht nur der Implantaterfolg bei Sofortimplantation untersucht, sondern auch bei Sofortbelastung. Dabei spielt die Primärstabilität ebenso eine wichtige Rolle für die Sofortbelastung von Implantaten. Aber auch die Art der Verblockung und die funktionelle Belastung sind für die Einheilung sofortbelasteter Implantate wichtig. So hängt die primäre Stabilität von der Implantatform (Länge, Durchmesser, Form), der Implantatoberfläche, der Implantatbettpräparation und der Verblockung, die funktionelle Belastung von der Art der okklusalen Kräfte und der Art der prothetischen Versorgung ab. Die Implantatgeometrie beeinflusst die Mikrobewegungen sowie die Verankerung des Implantates im Knochen und ist von der Implantatlänge und Implantatform abhängig. Mikrobewegungen im Interface haben eine Toleranzgrenze von 50-100µm (Cameron et al. 1972,1973; Brunski 1993). Größere und exzessivere Bewegungen, die darüber hinausgehen, haben eine bindegewebige Einkapselung zur Folge, die dem Desmodontalspalt ähnelt (Pilliar et al. 1986; Szmukler-Moncler et al. 1998). Im Allgemeinen sollten für eine Sofortbelastung Implantate mit Schraubengeometrien verwendet werden, da sie aufgrund der zahnähnlicheren Form über größere mechanische Retention unmittelbar nach ihrem Einbringen verfügen (Brunski 1992a). Hinsichtlich der Implantatlänge wurden von mehreren Autoren mindestens 10mm bei der Sofortbelastung empfohlen (Tarnow et al 1997; Randow et al. 1999; Jaffin et al. 2000; Lozada et al. 2000). Degidi untersuchte insgesamt 780 sofortbelastete Implantate, davon waren 244 Implantate 13mm lang und die anderen 536 Implantate länger als 13mm. Dabei gingen über den Untersuchungszeitraum insgesamt 4 Implantate verloren. Bei allen vier Implantaten handelte es sich dabei um 13mm Implantate (Degidi M. et al. 2007). Dies lässt den Schluss zu, dass bei Sofortimplantationen eher Implantate größer als 13mm verwendet werden sollten. Diskutiert können dabei eine höhere Primärstabilität und eine größere Knochenanlagerungsfläche. So wurden in der vorliegenden Studie Implantatlängen zwischen 13mm und 15mm verwendet. Dabei gingen zwei Implantate verloren, welche beide 13mm lang waren. Dies bestätigen die Ergebnisse der Studie von

Degidi, die höhere Erfolgsraten bei Implantaten fanden, die länger als 13mm waren (Degidi M. et al. 2007). Neben der Implantatlänge spielt auch der Durchmesser eine Rolle bezüglich der Biomechanik. In der vorliegenden Studie wurden Implantate mit 3 mm Durchmesser verwendet. Bei allen Implantaten war ein deutlich erhöhter Knochenverlust festzustellen. Zwei Implantate mussten sogar in der Einheilphase explantiert werden. In der Literatur konnte von einigen Autoren ein Zusammenhang der Implantatlänge, Implantatdurchmesser und Stressbelastung sowie Knochenverlustrate gezeigt werden. So verglich Petrie in einer finiten Elementanalyse die Auswirkungen des Implantatdurchmessers (3,5mm-6mm) und der Implantatlänge (5,75mm-23,5mm) auf den Alveolarkamm (Petrie C.S., Williams J.L. 2005). Dabei stellte er bei steigenden Durchmessern eine 3,5fache Reduktion und bei steigenden Implantatlängen ein 1,65fache Reduktion der Stresswerte am Alveolarkamm fest. Daraus ergeben sich geringere Belastungsspitzen am Alveolarknochen bei Implantaten mit größeren Durchmessern und Länge. Es zeigte sich in dieser Studie aber auch ein größerer Einfluss des Durchmessers auf die Stresswerte am Alveolarkamm als die Implantatlänge (Petrie C.S., Williams J.L. 2005). Ähnliche Auswirkungen der Implantatlänge und des Implantatdurchmessers konnte Georgiopoulos in seinen Studien feststellen. Allerdings scheinen Implantate mit mehr als 5mm Durchmesser wieder höhere Belastungsspitzen zu verursachen (Georgiopoulos B. et al. 2007; Renouard F. et al. 2006). Für Durchmesser von 3,0mm fand Reddy höhere Stresswerte mit erhöhten Knochenverlustraten in den ersten 6 Monaten meist bis zur ersten Schraubenwindung, der Knochen blieb dann stabil auf diesem Level (Reddy M.S. et al. 2008). Ding fand in einer finiten Elementanalyse einen Zusammenhang zwischen dem Durchmesser und den Auswirkungen auf die Stress- und Belastungsverteilung am Alveolarknochen (Ding X. et al. 2008). Neben diesem Ergebnis fand dieselbe Arbeitsgruppe die höchsten Stresswerte an Implantaten mit 3,3mm Durchmesser und 10mm Länge. Den zweithöchsten Wert fanden sie an der Implantatkonfiguration mit 4,1mm Durchmesser und 6mm Länge. Den geringsten Wert fanden sie bei 4,8mm-Durchmesser-Implantaten mit 10mm Länge (Ding X. et al. 2008). Dabei wird deutlich, dass es bei größeren Durchmessern und längeren Implantaten zu einer Senkung der Stress- und Belastungswerte kommt. In der vorliegenden Studie könnten solche Spannungen im Knochen durch die Sofortbelastung verstärkt worden sein, die letztlich zu den Implantatverlusten bzw. den hohen Knochenverlustraten geführt haben. Eine abschließende Bewertung ist allerdings aufgrund der geringen Fallzahl der vorliegenden Studie nicht möglich. Der Einfluss der Implantatgeometrie auf eine solche Stressbelastung ist aber in anderen Studien eindeutig belegt worden. Daneben ist die Form des Implantates für die primäre Stabilität und Krafteinleitung in den Knochen ebenso von Bedeutung. Das wurde sowohl bei anatomischen (Bade et al. 2000) als auch spannungsoptischen Studien (Nentwig et al. 1992) bestätigt. Auch mit Hilfe von Finite-Element-Modellen wurde schon früher von Siegele und Soltész (1989) die unterschiedliche Belastung auf den Knochen bei verschiedenen Implantatformen (zylindrisch, konisch, stufenförmig, schraubenförmig) berechnet. So wurden bei zylindrischen Implantaten höhere Misserfolge durch eine reduzierte primäre Stabilität (Buser D. et al. 1997) gezeigt, dagegen sind konische und stufenförmige Implantate mit höheren Belastungen an der

Knochengrenze verbunden (French et al. 1989; Akpinar et al. 1996). Bezüglich der Kraftverteilung misst man der Gewindemorphologie eine besondere Rolle zu (Schenk, Buser D. 1998). Dabei ergab sich durch eine Abrundung der Ecken der Implantatformen eine deutliche Verminderung der Spannungen (Riedmüller, Soltész 1977), sodass heute der Schraubenform der Vorzug gegeben werden sollte. Dies wurde auch mit Hilfe des in der Studie eingesetzten Nobel Direct®-Implantates berücksichtigt, welches im enossalen Bereich ein selbstschneidendes Schraubengewinde aufweist. Durch diese Implantatform kann in der Regel eine ausreichende Primärstabilität sicher erreicht werden. Ein anderer wichtiger Faktor bei der Sofortbelastung ist die Oberflächenmorphologie zur Verbesserung der knöchernen Einheilung der Implantate (Thomas K.A., Cook S.D. 1985), durch die die Integration, das Knochenwachstum sowie die Adaption des Knochens an die Implantatoberfläche optimiert werden kann (Kirsch A. 1986; Pilliar R.M. 1986). Außerdem kann die Primärstabilität optimiert und die belastungsfreie Zeit deutlich verkürzt werden (Hansson H.A. et al. 1983). Implantate mit gleichmäßiger Schraubengeometrie und glatter Oberfläche haben dabei eine schlechtere Prognose im Vergleich zu zylindrischen und rauer Implantaten (Pilliar R.M. 1986). Außerdem konnten Implantate mit rauer Oberfläche bereits nach 6 Wochen belastet werden (Deporter D.A. et al. 1988), wenn zwei davon miteinander verblockt werden. So werden heute Implantate mit rauer Strukturierung bevorzugt (Buser D., Belser U.C. 1998). So existiert auch an dem in der Studie verwendeten Nobel Direct®-Implantat eine raue Oberfläche (TiUnite®-Oberfläche). Bei dieser Oberfläche wurde der Einfluss der Oberflächenrauheit auf das Wachstum ebenfalls sowohl in vitro, als auch in vivo nachgewiesen. Dabei ist das zelluläre Attachment deutlich besser (Chehroudi et al. 1989, Keller et al. 1994; Buser D. et al. 1991a,b; Wennerberg A. et al. 1995, 1996b; Martin et al. 1995) und steht mit einer starken Produktion von Wachstumsfaktoren in Zusammenhang (Kieswetter et al. 1996). Dies erklären auch in vivo-Untersuchungen, die eine erhöhte Knochenbildung um raue Implantatoberflächen nachgewiesen haben (Buser D. et al. 1991 a,b). Auch hinsichtlich der Erfolgsraten scheinen TiUnite®-Oberflächen zuverlässige Ergebnisse zu liefern (Friberg B. et al. 2005). So fanden einige Autoren auch bei Sofortbelastung von TiUnite®-beschichteten Implantaten sehr gute Ergebnisse (Glauser R. et al. 2003, 2005, 2008; Huang XY. et al. 2005; Degidi M. et al. 2006). So konnte Glauser in einer 5-Jahres-Studie zeigen, dass eine erfolgreiche Implantatbehandlung mit TiUnite®-Oberfläche möglich ist. Dabei wurden die Implantate in weichen Knochen inseriert und sofortbelastet. Die Autoren fanden eine Erfolgsrate von 97,1%, allerdings zeigte sich eine Knochenresorption von 1,54 ($\pm 0,9$ mm) (Glauser R. et al. 2007). Brochu et al. konnten in ihrer Pilotstudie keinen Einfluss der Sofortbelastung auf das marginale Knocheniveau und die Implantatstabilität. Zu beachten ist dabei allerdings, dass alle Implantate einen Durchmesser von 3,75mm hatten und mindestens 10mm lang waren (Brochu J.F. et al. 2005). Albouy fand in einer experimentellen Studie an Hunden stärkere Induktion von Periimplantitiden an TiUnite®-Oberflächen (Albouy J.P. et al. 2008). In der vorliegenden Studie stellten sich ebenfalls erhöhte Knochenverlusten heraus. So wurde an 3 Implantaten ein Knochenverlust von mehr als 2mm im Untersuchungszeitraum festgestellt. Zwei andere Implantate gingen bereits in der

Einheilphase verloren. Zusammenfassend können als Ursachen für den erhöhten Knochenverlust der Durchmesser, aber auch die Implantatlänge diskutiert werden. Diese können durch die Sofortbelastung zu erhöhten Stresswerten am marginalen Knochen führen. Doch viel problematischer könnte hier die Empfehlung des Herstellers sein, der eine Insertionstiefe des Implantates empfiehlt, so dass 1mm des rauhen Implantatanteils suprakrestal liegt. Der Hersteller sieht darin eine Verbesserung der Bindegewebsanlagerung. Einige Studien hierzu lassen allerdings eher eine bakterielle Besiedelung der Implantatoberfläche vermuten, als eine Verbesserung der Bindegewebsanlagerung. Dabei wurden bereits neben deutlich erhöhten Staphylokokkus aureus-Konzentrationen auch parodontitisassoziierte Keime nachgewiesen. Zu diesen gehörten vor allem auch Porphyromonas gingivalis und actinobacillus actinomycetemcomitans (Renvert S. et al. 2007; Albrektsson T. et al. 2007; Ostman P.O. et al. 2007; Van de Velde T. et al. 2008). Diese Bakterienbesiedelung kann den auch in der vorliegenden deutlich erhöhten Knochenabbau an NobelDirect™-Implantaten erklären. Nicht zuletzt auch deshalb, weil das Implantat transgingival einheilt und daher kein dichter Schleimhautverschluss vorhanden ist, in dem eine entsprechende ungestörte Einheilung stattfinden kann. Das NobelDirect™-Implantat ist als einteiliges System konzipiert, welches laut Hersteller sofortbelastet werden kann. Aber genau die Kombination raue Oberfläche und einteiliges sofortversorgtes System kann die Ursache für die hohen Mißerfolgsraten des Implantatsystems sein (Albrektsson T. et al. 2007; Ostman P.O. et al. 2007; Van de Velde T. et al. 2008). So sollte untersucht werden, ob eine isokrestale Insertion des rauhen Anteils bei transgingivaler Einheilung vorteilhafter für die Langzeitstabilität des Knochens ist. Aber nicht nur die Makro- und Mikrostruktur sowie die Konstruktion der Implantate haben einen Einfluss auf die Sofortbelastung, sondern auch die Knochenqualität stellt einen weiteren bedeutenden Parameter bei der Sofortbelastung von Implantaten dar. Diese hat ebenfalls einen Einfluss auf den Implantaterfolg, da die Festigkeit des Knochenbettes die Basis für die Integration des Implantates ist. In der vorliegenden Studie wurden bei den Implantationen überwiegend D2- und D3-Knochenqualitäten festgestellt (89%, n=9), wobei im Oberkiefer die Implantate überwiegend in D3-Knochen (67%, n=3) und im Unterkiefer dagegen am häufigsten in D2-Knochen (50%, n=6) inseriert worden sind. Beim Vergleich mit der Literatur stimmen die vorliegenden Ergebnisse bezüglich der Verteilung der Knochenqualität mit den Ergebnissen anderer Autoren überein. So konnte Misch anhand der unterschiedlichen Trabekelstruktur im anterioren Bereich des Unterkiefers eine dichte, klinisch harte Qualität (D1, D2) sowie im anterioren Oberkiefer eine mittlere Qualität (D2, D3) im Vergleich zur meist lockeren, klinisch gering strukturierten Qualität im posterioren Bereich (D3, D4) sowohl des Ober- als auch des Unterkiefers feststellen (Misch C.E. et al. 1990a). Untersuchungen von Qu konnten ebenfalls einen signifikanten Unterschied der Knochendichte zwischen anteriorem und posteriorem Unterkieferbereich zeigen (Qu et al. 1994). Im Oberkiefer ist die Knochenqualität eher schlechter. Hier findet man meist eine dünne Kortikalis mit losem Bindegewebe (Razavi et al. 1990). Aus diesem Grund ist die Langzeitprognose im Oberkiefer eher schlechter als im Unterkiefer (Adell et al. 1981, 1990). Jaffin und Ber-man haben eine Korrelation zwischen Implantatverlust und schlechter Knochenqualität (D4) festge-

stellt (Jaffin, Berman 1991). In der vorliegenden Studie konnte bezüglich der Knochenstruktur aber kein Zusammenhang zu den beiden explantierten Implantaten festgestellt werden, denn beide sind als Spätimplantate sowie in die gleiche Region (Lücke 32), aber bei unterschiedlicher Knochenstruktur (D3- bzw. D2-Knochen) inseriert worden. Neben dem Erreichen einer Primärstabilität sind die okklusalen Kräfte bei der Sofortbelastung zu berücksichtigen. Durch primäre Verblockung und Begrenzung der okklusalen Kräfte kann eine deutliche Reduktion der Drehmomente bei Belastung erreicht werden, da Mikrobewegungen im Interface gering gehalten werden (Akagawa Y. et al. 1993, Ledermann P.D. 1996). Andererseits wird in der Orthopädie das Prinzip der Frühbelastung frakturierter Knochenfragmente empfohlen. Dabei führt die Beanspruchung zu einer signifikanten Erhöhung der Gefäßneubildung, der Osteonenbildung sowie zu einem aktiven Remodelling (Hert J. et al. 1972). Zwar besteht ein Zusammenhang zwischen Modelling und Remodelling (Brown T.D. et al. 1990), dennoch ist man sich über den Aktivator der Knochen- und Zellaktivität uneins. So zeigten einige Autoren einen aktivierenden Einfluss im komprimierten Bereich (Oda J. et al. 1996), andere halten Zugkräfte für den entscheidenden Faktor der Knochenneubildung (Sakai K. et al. 1990; Oda J. et al. 1996). Im Gegensatz zur Verblockung ist der Einfluss der Kaukräfte auf den Implantaterfolg eindeutiger. Eine Kontrolle der okklusalen Kontakte soll zu einer Neutralisation der funktionellen Überbelastung sowie der schädlichen exzentrischen Kaukräfte bei Sofortbelastung beitragen. Eine Sofortbelastung bei bekannten Bruxismus ist kontraindiziert. Es ist schon lange bekannt, dass Parafunktionen ein hohes Risiko für Implantate aufweisen (Naert et al. 1992) und Bruxismus den Langzeiterfolg von Implantaten deutlich reduziert (Yoon et al. 1995). So zeigten Balshi und Wolfinger eine hohe Verlustrate (37%) von sofortbelasteten Implantaten bei Patienten mit Bruxismus (Balshi, Wolfinger 1997). Aktuelle Untersuchungen zeigen eine höhere Misserfolgsrate von 41% bei Patienten mit Bruxismus im Vergleich zu Probanden mit normalen Kaukräften (12%) (Glauser et al. 2001). Auch in der vorliegenden Studie mussten zwei Implantate explantiert werden, die verbliebenen Implantate zeigten einen über die Studiendauer deutlich erhöhten Knochenabbau. Auch wenn alle Implantate aus der Okklusion geschliffen worden sind, so können Kaubelastungen beim Essen dennoch nicht vermieden werden. Zusätzlich sind erhöhte Stresswerte auf den Knochen durch den geringen Implantat-durchmesser zu erwarten (Petrie C.S., Williams J.L. 2005), weshalb die hohen Knochen- als auch die beiden Implantatverluste begünstigt werden können. Ob und inwiefern ein Zusammenhang besteht sollte in weiteren kontrollierten Studien untersucht werden.

Ein systematischer Recall ermöglicht eine Bewertung des Therapieerfolgs (d'Hoedt, B. 1991). Dabei sind manche Autoren der Meinung, dass die Erhebung von Periotestwerten in Verbindung mit der radiologischen Bestimmung des Knochenniveaus die wichtigsten Indizes für die Langzeituntersuchung von Implantaten sind (Adell, R. et al. 1986; Albrektsson, T. et al. 1986). Andere Autoren bevorzugen die Bestimmung parodontaler Parameter zur Beurteilung der Langzeitprognose von Implantaten (Ericsson, I. et al. 1986, Mombelli, A. et al. 1987; Buser, D. et al. 1991). In der vorliegenden Studie erfolgte die Bestimmung der Implantatstabilität zum einen auskultatorisch, zum anderen mit

Hilfe des Periotest™-Gerätes. Diese Messmethode wurde erstmals von d'Hoedt beschrieben (D'Hoedt et al. 1985). Durch dieses Verfahren kann der Kliniker die Stabilität eines Implantates postoperativ, vor allem während seiner Einheilung und bei jeder weiteren Verlaufskontrolle im Rahmen des Recalls überprüfen (Manz et al. 1992). In der vorliegenden Studie zeigten sich bei den Recalluntersuchungen bei allen Implantaten stabile Werte (-5 bis +5). Diese Ergebnisse geben Auskunft darüber, ob die Implantate stabil im Knochen verankert oder ob sie bindegewebig eingeheilt sind und einen Lockerungsgrad aufweisen. Diese Messungen sagen nichts über die tatsächliche Knochensituation aus, da das Implantat auch noch bei geringer Restknochenhöhe stabil verankert sein kann (Caulier et al. 1997). Aus diesem Grund sollte bei der Implantatnachkontrolle zusätzlich eine Röntgenaufnahme angefertigt werden, um die periimplantäre Knochensituation darstellen zu können (Behneke 2004). Allerdings kann die orale und bukkale Situation bei dieser Methode nicht erfasst werden, da es sich dabei lediglich um eine zweidimensionale Aufnahme handelt (Arvidson et al. 1998). Unterstützend zur Röntgenaufnahme werden deshalb klinische Untersuchungsparameter (z.B. Attachmentmessung) erhoben (Deppe et al. 2004). Dabei stellt die exakte Reproduzierbarkeit der Messungen zwischen einzelnen Behandlern ein Problem dar. Denn es zeigte sich bei Jansen nur in 60%, bei Keller immerhin in 76% der Fälle eine Übereinstimmung der Messwerte (Jansen et al. 1993; Keller 1995). In der vorliegenden Studie wurde bei der Beurteilung des periimplantären Knochenniveaus ein über den Untersuchungszeitraum großer Knochenverlust an den Implantaten gemessen. Dieser lag nach einem Jahr bei durchschnittlich 1,36mm bzw. 1,58mm (distal bzw. mesial; Intervall: 0,0-2,5mm) und nach zwei Jahren bei durchschnittlich 1,50mm bzw. 1,93mm (distal bzw. mesial; Intervall: 0,0-2,5mm). Dabei zeigte nur ein Implantat einen Knochenverlust von weniger als 1mm nach 2 Jahren. Ähnliche Ergebnisse hinsichtlich des Knochenabbaus konnten auch andere Autoren in ihren Studien zeigen (Ostman PO. et al. 2007; Albrektsson T. et al. 2007; Sennerby L. et al. 2008; Van de Velde T. et al. 2008). Ostman verglich dabei 115 sofortversorgte einteilige Implantate mit 380 sofortversorgten zweiteiligen Implantaten. Dabei zeigten die einteiligen Implantate nach einem Jahr einen durchschnittlichen Knochenverlust von 2,1mm, die zweiteiligen Implantate von 0,8mm, wobei 20% der einteiligen Implantate und lediglich 0,6% der zweiteiligen Implantate mehr als 3,0mm Knochenverlust aufwiesen (Ostman PO. et al. 2007). Bei Sennerby wiesen die sofortversorgten NobelDirect™-Implantate einen durchschnittlichen Knochenverlust von 2,6mm auf, während die unbelastet eingeheilten NobelDirect™-Implantate lediglich einen Verlust von 1,6mm zeigten (Sennerby L. et al. 2008). Im Einzelnen konnten an sofortbelasteten NobelDirect™-Implantaten auch Knochenverluste von deutlich mehr als 3mm bei einigen dieser Autoren festgestellt werden. Finne untersuchte 87 Patienten mit 152 NobelDirect™- und NobelPerfect™-Implantate. Dabei stellte er über den Untersuchungszeitraum von zwei Jahren keinen Knochenabbau fest. Allerdings erschienen zum 2-Jahres-Recall lediglich mehr 21 Patienten, bei denen nur 26 Implantate nachuntersucht werden konnten (Finne K. et al. 2007). Außerdem wurde in der Studie als Referenzpunkt für die radiologische Untersuchung des Knochenniveaus der Übergang Schraubengewinde - raue Oberfläche ohne Schraubengewinde verwendet. Dabei wurde die tatsächliche Ein-

bringtiefe des Implantates nicht berücksichtigt. Als Ursachen für den hohen Knochenverlust an sofortbelasteten NobelDirect™-Implantaten kann dabei das Implantatdesign angeführt werden (Ostman PO. et al. 2007). Denn das NobelDirect™-Implantat weist im zylindrischen Anteil nur eine TiUnite™-Oberfläche auf, die laut Hersteller bis auf 1mm suprakrestal positioniert wird. Der suprakrestal 1mm verbleibende rauhe Anteil des Implantates soll die Bindegewebsanlagerung begünstigen. Bei den gängigen zweiteiligen Implantaten dagegen findet man an dieser Stelle neben der Oberflächenbeschichtung ein Mikrogewinde zur Verbesserung der Hartgewebsanlagerung. Zudem werden alle rauen Anteile des Implantates krestal gesetzt (Shin Y.K. et al. 2006; Hermann F. et al. 2007). Van de Velde diskutiert in diesem Zusammenhang eine Begünstigung der Plaque- und Bakterienansiedlung, wenn rauhe Anteile des Implantates suprakrestal zum Liegen kommen (Van de Velde T. et al. 2008; Ostman PO. et al. 2007). Eine weitere Ursache kann die Konzeptionierung des NobelDirect™-Implantates als einteiliges Implantat diskutiert werden. Diese Konstruktionsweise bedeutet, dass nachträgliche Augmentationen von Hart- und Weichgewebe kaum mehr möglich sind. Dies erfordert damit eine entsprechende Diagnostik und Vorbehandlung und setzt damit eine entsprechende chirurgische Erfahrung voraus. Des Weiteren können für den Erfolg der gingivale Biotyp, das Vorhandensein keratinisierter Gingiva sowie eine ausreichende Schleimhautdicke, aber auch der Zustand der Hartgewebe eine Rolle spielen. Entsprechend sollten je nach Situation entsprechende Vorbehandlungen wie z.B. Bindegewebstransplantate, „socket preservation“- bzw. „ridge preservation“-Techniken zur Anwendung kommen. Als weiterer kritischer Aspekt kann die Methode der Sofortbelastung als Ursache für einen erhöhten Knochenabbau angesehen werden. Hinweise auf einen solchen Zusammenhang lassen sich einer Studie von Albrektsson entnehmen, die bei 58 (11,2%) von 492 sofortbelasteten Implantaten Implantatverluste zeigte, während in einer Kontrollgruppe von 58 unbelasteten Implantaten lediglich 1 Implantat (1,7%) verloren ging (Albrektsson T. et al. 2007). Bei Sennerby wiesen die unbelastet eingehielten NobelDirect™-Implantate einen deutlich geringeren Knochenverlust auf als die sofortbelasteten NobelDirect™-Implantate (Sennerby L. et al. 2008). Ostman hatte bei zweiteiligen sofortbelasteten Implantaten lediglich einen Knochenverlust von 0,8mm, während die sofortbelasteten Implantate einen von 2,1mm aufwiesen (Ostman PO. et al. 2007). Auch in der vorliegenden Studie wurde über den Untersuchungszeitraum ein großer Knochenverlust an den Implantaten gemessen. Dieser lag nach einem Jahr bei durchschnittlich 1,36mm bzw. 1,58mm (distal bzw. mesial; Intervall: 0,0-2,5mm) und nach zwei Jahren bei durchschnittlich 1,50mm bzw. 1,93mm (distal bzw. mesial; Intervall: 0,0-2,5mm). Dabei zeigte sich lediglich bei einem Implantat ein Knochenverlust von weniger als 1mm in dem Untersuchungszeitraum. Daraus lässt sich schließen, dass die Methode der Sofortbelastung kritischer einzuschätzen ist. Zusammenfassend sollten bei einer Implantation mit Sofortbelastung stets versucht werden, die Stresswerte auf den Knochen möglichst gering zu halten, um Knochenverluste zu vermeiden. Dabei sollten das Implantatsystem hinsichtlich seiner Länge und Durchmesser, seiner Makro- und Mikrostruktur sowie die Knochenqualität aufeinander abgestimmt sein, um Belastungsspitzen am Knochen vermeiden zu können. Neben der Beurteilung der Hartgewebssituation sollten

auch parodontale und ästhetische Parameter bewertet werden. Dazu wurden der Plaque-Index, der Sulkus-Blutungsindex sowie der Papillen-Index herangezogen, wobei ersterer bei den Untersuchungs-terminen einen Mittelwert von 0 aufwies. Dieser kann zwar durch eine sehr gute momentane Zahnreinigung unmittelbar vor dem Zahnarztbesuch bedingt sein, da allerdings auch der Sulkusblutungs-Index niedrige Werte zwischen 0,14 und 0,43 über den gesamten Untersuchungszeitraum zeigte, ist eine gute Mundhygiene der Patienten anzunehmen. Dies senkt zudem das Periimplantitisrisiko (Berglundh et al. 1991). Der Papillenindex nach Jemt pendelte sich im Schnitt bei 1,7 ein. Diese Werte zeigen eine Regeneration der Papille bis lediglich zur Hälfte der ursprünglichen Papillenhöhe. Daraus können erhebliche ästhetische Probleme vor allem im Frontzahnbereich resultieren. Grund für dieses wenig überzeugende Ergebnis kann einerseits der Abstand Approximalkontakt zur Papille, andererseits die Knochenhöhe im interimplantären bzw. interdentalen Bereich sein. Ein solcher Einfluss konnte bereits festgestellt werden (Choquet V. et al. 2001; Buser D. et al. 2004, 2007; Tarnow DP. et al. 2000). Um ein Implantat als erfolgreich beurteilen zu können, sollte neben der Bewertung der Implantatüberlebensrate und der Stabilität der Hart- und Weichgewebe auch die Meinung des Patienten bezüglich des Ergebnisses berücksichtigt werden. Das Problem dabei ist, dass jeder Mensch seine eigenen subjektiven Kriterien besitzt. Was der Behandler eher als Misserfolg bewerten würde, kann für den Patienten schon das „Optimum“ sein. Das gilt womöglich auch umgekehrt. Um nun die bis dato eher subjektiven Bewertungskriterien bei der Ästhetik zu objektivieren, hat Watzek den Pink Esthetic Index entwickelt (Watzek G. et al. 2005), welcher chirurgische Beurteilungskriterien mit prothetischen kombiniert. Dieser ist bei der vorliegenden Befragung nicht zur Anwendung gekommen. Unabhängig davon geben die Ergebnisse dieser Studie und die derzeitige Studienlage bereits deutliche Hinweise darauf, dass die Therapie der Einzelzahnücke vor allem im Frontzahngebiet mit dem NobelDirect™-Implantat insgesamt problematisch zu sein scheint. Der Erfolg hängt hier noch stärker von der Erfahrung und dem chirurgischen Können des Behandlers ab als bei anderen Implantat-systemen. Ästhetisch ansprechende Ergebnisse lassen sich bei zweizeitiger Vorgehensweise und geschlossener Einheilung leichter realisieren. Versucht man nun abschließend eine Beurteilung des Implantaterfolgs, ergeben sich einige Probleme, da es keine allgemein anerkannten Maßstäbe für die Beurteilung des Implantaterfolgs gibt. Das Kriterium in situ bzw. Explantation ist dabei zwar eindeutig zu erfassen, dennoch ist dieses vielen Autoren, u.a. Albrektsson, Buser, Schnitman und D'Hoedt, als alleiniges Kriterium zu wenig. So haben sie jeder für sich eigene Definitionen hinsichtlich der Beurteilung des Implantaterfolgs beschrieben. In dieser Studie wurde die Definition von Albrektsson in modifizierter Form zur Bewertung herangezogen. Diese unterscheidet sich von der von Albrektsson in der Hinsicht, als dass sie das Kriterium „vertikaler Knochenabbau“ nicht exakt bewertet, sondern das Implantat lediglich als osseointegriert und stabil erfasst. Dies bedeutet, dass sich nach diesen Kriterien deutlich höhere Erfolgsquoten erzielen lassen als bei der ursprünglichen Definition von Albrektsson. Hinsichtlich der Implantatüberlebensrate wurden nach diesen Kriterien folgende Ergebnisse festgestellt: Bei sofortversorgten NobelDirect™-Implantaten waren nach einem Jahr noch 77,8% der Im-

plantate stabil osseointegriert. Diese Überlebensrate blieb auch nach 2 Jahren noch konstant. Bei Anwendung der Erfolgskriterien nach Albrektsson ohne Modifikation, würde man dagegen nach zwei Jahren lediglich noch eine Erfolgsrate von 33,3% bei sofortversorgten NobelDirect™-Implantaten erreichen. Dieses Ergebnis lässt sich auch durch Studien von Ostman und Van de Velde stützen, die bei sofortversorgten NobelDirect™-Implantaten ähnlich problematische Resultate (46,1% bis 75%) ermittelten (Ostman PO. et al. 2007; Van de Velde T. et al. 2008). Die Schwankung hängt dabei von der Anwendung der verschiedenen Erfolgsdefinitionen ab (Buser, Schnitman, Albrektsson, D'Hoedt). Bei Albrektsson konnte in einer retrospektiven multizentrischen Studie zwar eine Erfolgsrate von immerhin 88,2% bei sofortversorgten NobelDirect™-Implantaten erreicht werden (Albrektsson T. et al. 2007), allerdings wurde hier nur ein Teil der Implantate sofortversorgt und der andere Teil nicht. Insgesamt wurden in dieser Studie 550 Implantate ausgewertet, die an 18 verschiedenen klinischen Zentren inseriert worden sind. Von den 550 inserierten Implantaten wurden 58 nicht sofortversorgt. Innerhalb dieser Gruppe ging über den Untersuchungszeitraum von einem Jahr lediglich 1 Implantat (1,7%) verloren. Von den anderen 492 sofortversorgten Implantaten gingen nach einem Jahr 58 Implantate (11,8% Misserfolgsrate) verloren (Albrektsson T. et al. 2007). Daraus resultiert eine deutlich höhere Misserfolgsrate bei sofortbelasteten Implantaten. In einer weiteren multizentrischen Studie von Sennerby zeigte sich nach durchschnittlich 10,2 Monaten (Untersuchungsintervall: 1-18 Monate) eine Implantatüberlebensrate von 93,7% bei sofortversorgten Nobel-Direct™-Implantaten (Sennerby L. et al. 2008). Dies kommt bereits relativ nah an die Erfolgsraten zweiteiliger Systeme. Allerdings ist zu bemerken, dass Sennerby in einer Kontrollgruppe die einteiligen NobelDirect™-Implantate unbelastet einheilen ließ. Dabei ging über den Beobachtungszeitraum (1-18 Monate) kein einziges Implantat verloren (Sennerby L. et al. 2008). Insgesamt zeigte sich bei Betrachtung der Studien ein großes Intervall bezüglich der Implantaterfolgsquote von 33,3-77,8%, so dass ein zuverlässiger Vergleich von Implantaterfolgen bisher kaum realisierbar ist. Deshalb wäre es notwendig, sich auf einen allgemeingültigen Standard bei der Beurteilung von Implantaterfolgen zu einigen, um künftig Implantatsysteme zuverlässig vergleichen zu können (Buch et al. 2003). Zudem sollte man sich überlegen, in die jeweiligen Erfolgsdefinitionen auch ästhetische Aspekte mit einzubeziehen, da diese heute vor Gericht immer mehr Berücksichtigung finden. Dabei kann bei der Bewertung des Gingivazustands der von Watzek beschriebene Pink Esthetic Index (PES) sehr hilfreich sein (Watzek G. et al. 2005). Des Weiteren könnte man einen ähnlichen Index hinsichtlich der Hartgewebssituation entwickeln. Dieser könnte die Implantatstabilität, das Knochenniveau bzw. -abbau, aber auch klinische Parameter wie das Attachment, das Vorhandensein keratinisierter Gingiva oder die Schleimhautdicke mit entsprechender Gewichtung beinhalten. Zusammenfassend ist festzustellen, dass eine Implantaterfolgsquote von 77,8% nicht annähernd mit den derzeitigen Erfolgsquoten anderer implantologischer Systeme vergleichbar ist. Diese erreichen heute in der Regel Erfolgsquoten von mehr als 90% nach 10 Jahren (Malmqvist J.P., Sennerby L. 1990; Mericske-Stern R. et al. 1994; Behneke A. et al. 2000).

6 Schlussfolgerung

Die Kurzzeitergebnisse bei diesem Implantatsystem geben Hinweise auf hohe Misserfolgsraten (22,2%). Dies belegen nicht nur die Implantatverluste, sondern auch der über den Beobachtungszeitraum festgestellte Knochenverlust. Bestätigt wird dies durch zahlreiche weitere Studien zu diesem Thema. Die Ursachen können in der Konfiguration des Implantatsystems liegen. Die Neukonfiguration als durchmesserreduziertes einteiliges Implantat sollte vor Markteinführung zunächst hinreichend bezüglich des Therapieerfolges im Vergleich zu einem etablierten System untersucht werden. Bei der Literatursuche konnten aber keine repräsentativen Studien gefunden werden, die einen Vergleich erlauben würden. Hinzu kam, dass in manchen Studien die Erfolgskriterien entsprechend der Angaben des Herstellers modifiziert worden sind. Auch wurde das Knochniveau im Röntgenbild teilweise nicht in Beziehung zu den Erfolgskriterien gesetzt. Dies ist letztlich auch der Grund, dass die Erfolgsraten so sehr schwanken. Die Aussagekraft dieser Studien geht zusätzlich auch durch die Anzahl der untersuchten Implantate verloren. So waren in einer Studie 141 Implantate inseriert worden, von denen aber nach 2 Jahren nur noch 26 Implantate nachuntersucht worden sind. Auch in der vorliegenden Arbeit konnten aufgrund der zu geringen Fallzahl lediglich Hinweise auf erhöhte Misserfolgsraten gefunden werden. Daher bedarf es randomisierter, repräsentativer Studien auf ernsthafter wissenschaftlicher Basis, um eine objektive Beurteilung des Systems zu ermöglichen. Dabei sollten für alle Implantatsysteme einheitliche Kriterien angesetzt werden, damit die Ergebnisse vergleichbar werden. Des Weiteren wurden bei diesem System Behandlungskonzepte kombiniert eingesetzt, welche jedes für sich sehr komplex ist und damit maximaler Erfahrung und Planung bedarf. So ist die Sofortimplantation an sich, die hier teilweise zur Anwendung gekommen ist, eine relativ zuverlässige knochenerhaltende Maßnahme, vor allem bei Anwendung zweiteiliger Systeme. Hinsichtlich der Anwendung bei einteiligen Implantaten fehlen hierzu Studien, welche die Zuverlässigkeit belegen können. Ein weiteres Problem bei der Anwendung dieses Systems ist, dass spätere Korrekturen der Gingiva durch die Konstruktion als einteiliges System nur noch schwer möglich sind. Neben der Sofortimplantation wurden die Implantate in der Studie zusätzlich sofortbelastet. Auch hier bestehen Risiken, die wiederum durch die Konstruktion des Implantates bedingt sein können. Bei Kaubelastung kann der kleine Durchmesser des NobelDirect™-Implantates zu einer erhöhten Stressbelastung im Knochen führen. Die Implantate wurden zwar aus der Okklusion geschliffen, dennoch können Störbelastungen beispielsweise beim Kauen auftreten. Insgesamt betrachtet fehlen an dieser Stelle Studien, welche die Nachhaltigkeit dieses Systems belegen. Schließlich sollten Implantate nicht nach ein paar Jahren wieder explantiert werden müssen. So erscheint es sinnvoller zweiteilige 3,0mm-Implantate einzusetzen. Diese bieten eine größere Sicherheit und lassen ein vorausschaubares Ergebnis erzielen. Außerdem können ästhetische Korrekturen nach der Implantation leichter durchgeführt werden.

7 Zusammenfassung

Einleitung: In der enossalen dentalen Implantologie steht heute, neben einer zunehmenden Ausweitung der Indikationen, eine ständig wachsende Anzahl unterschiedlicher Implantatsysteme zur Verfügung. So kommen immer häufiger Neuentwicklungen auf dem Markt, die noch nicht einmal in kontrollierten klinischen Studien untersucht worden sind. Zusätzlich werden diese auch noch mit neuen Behandlungsmethoden kombiniert. Dies gilt auch für das in der folgenden Studie verwendete einteilige NobelDirect®3.0-Implantat bei Sofortbelastung.

Fragestellung und Zielsetzung: Im Rahmen dieser Studie sollen die Ergebnisse nach 2 Jahren klinischer Anwendung eines selbstschneidenden zylinderförmigen Titan-Schraubenimplantates mit ablativ aufgerauhter Oberfläche evaluiert werden (NobelDirect®3.0-Implantat-System der Firma Nobel-Biocare®). Dabei wurden als wesentliche Parameter der periimplantäre Knochenabbau, die Weichteilsituation und die Implantat-Verlustrate definiert.

Material und Methode: Im Zeitraum von August 2005 bis Juni 2006 wurden insgesamt 9 durchmesserreduzierte NobelDirect®-Implantate bei 8 Patienten inseriert. Alle Implantate wurden mit Provisorien sofortversorgt. Die Implantate wurden über zwei Jahre nachuntersucht. Dabei wurden das Knochenniveau, die Weichteilsituation und die Implantatverlustrate mit Hilfe von klinischen und radiologischen Parametern bewertet.

Ergebnisse: Zwei Implantate (n=9) mussten aufgrund von Schmerzen und Lockerung bereits in der Einheilphase (<3Monate) explantiert werden. An 6 Implantaten zeigte sich im Untersuchungszeitraum von 2 Jahren ein Knochenverlust von mehr als 1mm, davon an 3 Implantaten sogar von mehr als 2mm. Nur bei einem Implantat lag der Knochenverlust bei weniger als 1mm im Untersuchungszeitraum. Je nach dem, welche Erfolgskriterien in der Studie zur Anwendung kamen, wurden Implantaterfolgsraten von 33% bis 78% erreicht.

Zusammenfassung: Zusammengefasst zeigt das NobelDirect-Implantate eine ungewöhnlich geringe Erfolgsrate im Vergleich zu zweiteiligen Systemen sowie ein deutlich erhöhten Knochenabbau nach 2 Jahren. Zwecks Objektivierung und Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen Studien, sollten einheitliche Bewertungskriterien vor allem hinsichtlich der Erfolgsraten entwickelt werden.

8 Literaturangaben

- 1) Adell R., Lekholm U., Rockler B., Branemark P.I. (1981): *A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw*; Int J Oral Surg 10, 387-416.
- 2) Albrektsson T., Branemark P.I., Hansson H.A., Lindström J. (1981): *Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a longlasting direct-bone-to-implant anchorage in man*; Acta Orthop Scand 53, 155-170.
- 3) Albrektsson T., Zarb G., Worthington P., Eriksson A.R. (1986): *The long-term efficacy of currently used dental implants. A review and proposed criteria for success*; Int J Oral Maxillofac Implants 1, 11-25.
- 4) Albrektsson T., Albrektsson B (1987): *Osseointegration of bone implants. A review of an alternative mode of fixation*; Acta Orthop Scand Oct 58(5), 567-77. Review.
- 5) Albrektsson T., Dahl E., Enbom L., Engevall S., Engquist B., Eriksson AR, Feldmann G, Freiberg N, Glantz PO, Kjellman O, et al. (1988): *Osseointegrated oral implants. A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Nobelpharma implants*; J Periodontol 59, 287-296.
- 6) Albrektsson T, Zarb GA (1993): *Current interpretation of the osseointegrated response: Clinical significance*; Int J Prosthodont 6, 95-105.
- 7) Al-Nawas B, Grötz KA, Wahlmann U, Wegener J, Müller F, Wagner W (2000): *Rekonstruktion knöcherner und weichteiliger Implantatlagerdefekte nach Verlust von Extensionsimplantaten*; Z Zahnärztl Implantol 16, 185-91.
- 8) Al Nawas B., Wagner W. (2004): *Implantatmaterialien und Konstruktionsprinzipien der Implantate aus chirurgischer Sicht*; in: Koeck B., Wagner W. (Hrsg.): *Praxis der Zahnheilkunde – Implantologie Bd. 13*; Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 61-81.
- 9) Al Nawas B, Wagner W, Sakoh J, Wahlmann U, Stender E, Nat R (2006): *Primary stability of a conical implant and a hybrid, cylindric screw-type implant in vitro*; Int J Oral Maxillofac Implants 21 (4) Jul-Aug, 560-6.

- 10) Al-Nawas B, Groetz KA, Goetz H, Duschner H, Wagner W (2008): *Comparative histomorphometry and resonance frequency analysis of implants with moderately rough surfaces in a loaded animal model*; Clin Oral Implants Res 19(1) Jan, 1-8, Epub 2007 Oct 16.
- 11) Araújo MG, Sukekava F, Wennström JL, Lindhe J (2005a): *Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog*; J Clin Periodontol 32 (6), 645-52.
- 12) Araújo MG, Lindhe J (2005b): *Dimensional ridge alterations following immediate tooth extraction. An experimental study in the dog*; J Clin Periodontol, 32 (2) Feb, 2132-8.
- 13) Araújo MG, Wennström JL, Lindhe J (2006a): *Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation*; Clin Oral Implants Res 17 (6), 606-14.
- 14) Araújo MG, Sukekava F, Wennström JL, Lindhe J (2006b): *Tissue modeling following implant placement in fresh extraction sockets*; Clin Oral Implants Res 17 (6) Dec, 615-24.
- 15) Arnoux JP, Weisgold AS, Lu J (1997): *Single-tooth anterior implant: a word of caution. Part II.*; J Esthet Dent 9 (6), 285-94. Review.
- 16) Arvidson K, Bystedt H, Ericsson I (1990): *Histometric and ultrastructural studies of tissues surrounding Astra dental implants in dogs*; Int J Oral Maxillofac Implants 5 (2) Summer, 127-34.
- 17) Attard NJ, Zarb GA (2005): *Immediate and early implant loading protocols: a literature review of clinical studies*; J Prosthet Dent 94 (3) Sep, 242-58. Review.
- 18) Bachle M, Kohal RJ (2004): *A systematic review of the influence of different titanium surfaces on proliferation, differentiation and protein synthesis of osteoblast-like MG63 cells*; Clin Oral Implants Res 15 (6) Dec, 683-92. Review.
- 19) Balshi TJ, Wolfinger GJ (1997): *Immediate loading of Branemark implants in edentulous mandibles: a Preliminary report*; Implant Dent 6, 83-88.
- 20) Baig MR, Rajan M (2007): *Effects of smoking on the outcome of implant treatment: a literature review*; Indian J Dent Res 18 (4) Oct-Dec,190-5. Review.

- 21) Bargel HJ, Schulze G (2000): *Werkstoffkunde*; Springer-Verlag, Berlin.
- 22) Batenburg RH, Meijer HJ, Raghoobar GM, Vissink A (1998): *Treatment concept for mandibular overdentures supported by endosseous implants: a literature review*; Int J Oral Maxillofac Implants 13 (4) Jul-Aug, 539-45.
- 23) Behneke A, Behneke N (1996): *Recall und Nachsorge*; Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 45.
- 24) Behneke A, Behneke N, d'Hoedt B, Wagner W (1998): *Diabetes mellitus – ein Risikofaktor für enossale Implantate im zahnlosen Unterkiefer?* Dtsch Zahnärztl Z 53, 322-29.
- 25) Behneke A, Behneke N (1999): *Korrelation und Prädiktion klinischer und radiologischer Parameter enossaler Implantate. Ergebnisse anhand einer Longitudinalstudie über 7 Jahre*; Z Zahnärztl Implantol 15, 209-23.
- 26) Behneke A, Behneke N, d'Hoedt B (2000): *The longitudinal effectiveness of ITI-solid – screw implants in partially edentulous patients: a 5-year follow-up report*. Int J Oral Maxillofac Implants 15: 633-645
- 27) Behneke A, Behneke N, d'Hoedt B (2002): *A 5-year longitudinal study of the clinical effectiveness of ITI solid-screw implants in the treatment of mandibular edentulism*; Int J Oral Maxillofac Implants 17 (6) Nov-Dec, 799-810.
- 28) Behneke A, Behneke N (2004): *Recall und Nachsorge*; in: Koeck B, Wagner W (Hrsg.): *Praxis der Zahnheilkunde: Implantologie Bd. 13*; Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 315-50.
- 29) Berglundh T, Lindhe J (1996): *Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited*; J Clin Periodontol 23, 971-973.
- 30) Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J (2004): *Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites*. J Clin Periodontol 32 (10) Oct, 820-8.
- 31) Botticelli D, Persson LG, Lindhe J, Berglundh T (2006): *Bone tissue formation adjacent to implants placed in fresh extraction sockets: an experimental study in dogs*; Clin Oral Implants Res 17 (4), 351-58.

- 32) Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A (1969): *Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental Studies*; Scand J Plast Reconstr Surg 3, 81-100.
- 33) Branemark PI (1983): *Osseointegration and its experimental background*; J Prosthet Dent 50, 399-410.
- 34) Branemark PI, Zarb GA, Albersen T (1985): *Gewebeintegrierter Zahnersatz*; Quintessenz Verlag, Berlin.
- 35) Brunski JB (1992a): *Biomechanical factors affecting the bone-dental implant interface*; Clin Mater 10(3), 153-201.
- 36) Brunski JB (1992b): *Forces on dental implants and interfacial stress transfer*. In: Laney WR, Tolman DE (eds): *Tissue integration in oral, orthopaedic and maxillofacial reconstruction*; Quintessence, Chicago, 108-124.
- 37) Brunski JB (1993): *Avoid pitfalls of overloading and micromotion of intraosseous implants*; Dent Implantol Update Oct 4(10), 77-81.
- 38) Bundesministerium für Gesundheit (BMFG 1994): *Maßnahmen der medizinischen Qualitätssicherung in der Bundesrepublik Deutschland*; in: *Schriftenreihe des BMFG*; Baden-Baden, Nomos.
- 39) Buser D, Schroeder A, Sutter F, Lang NP (1988): *The new concept of ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. Part 2: Clinical aspects, indication and early clinical results*; Int J Oral Maxillofac Implants 3, 173-81.
- 40) Buser D, Weber HP, Lang NP (1990): *Tissue integration of non-submerged implants: 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants*; Clin Oral Implants Res 1, 33-40.
- 41) Buser D, Weber HP, Bragger U, Balsiger C (1991a): *Tissue integration of one-stage ITI-implants: 3-year results of a longitudinal study with Hollow-Cylinder and Hollow-Screw implants*; Int J Oral Maxillofac Implants 6, 405-12.
- 42) Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H (1991b): *Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs*; J Biomed Mater Res 25, 889-902.

- 43) Buser D, Dula K, Lang NP, Nyman S (1996): *Long-term stability of osseointegrated implants in bone regenerated with the membrane-technique*; Clin Oral Implants Res 7, 175-83.
- 44) Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, Belser UC, Lang NP (1997): *Long term evaluation of non-submerged ITI implants. Part I. 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants*; Clin Oral Implants Res 8, 161-72.
- 45) Buser D, Belser UC (1998a): *Fortschritte und aktuelle Trends in der oralen Implantologie*; Schweiz Monatsschr Zahnmed 108, 326-50.
- 46) Buser D, Nydegger T, Hirt HP, Cochran DL, Nolte LP (1998b): *Removal torque values of titanium implants in the maxilla of miniature pigs*; Int J Maxillofac Implants 13, 611-19.
- 47) Buser D, von Arx T, ten Bruggenkate C, Weingart D (2000): *Basis surgical principles with ITI Implants*; Clin Oral Impl Res 11, Suppl 59.
- 48) Cacaci C, Neugebauer J, Schlegel A, Seidel F (2006a): *Checklisten der Zahnmedizin – Orale Implantologie*; Thieme, Stuttgart.
- 49) Cacaci C (2006b): *Indikationen und Kontraindikationen in der Implantologie*; in: Cacaci C, Neugebauer J, Schlegel A, Seidel F: *Checklisten der Zahnmedizin: Orale Implantologie*; Thieme-Verlag, Stuttgart-New York.
- 50) Carlson O (1972): *De permanente Fronttaender*; Odontologisk Boghandels Forlag, Copenhagen .
- 51) Caulier H, Naert I, Kalk W, Jansen JA (1997): *The relationship of some histologic parameters, radiographic evaluations and periotest measurements of oral implants: An experimental animal study*; Int J Oral Maxillofac Implants 12 (3) May-Jun, 380-6.
- 52) Choquet V, Hermans M, Adriaenssens P, Daelemans P, Tarnow DP, Malevez C (2001): *Clinical and radiographic evaluation of the papilla level adjacent to single-tooth dental implants. A retrospective study in the maxillary anterior region*; J Periodontol 72 (10) Oct,1364-71.

- 53) Cochran DL, Nummikoski PV, Higginbottom FL, Hermann JS, Makins SR, Buser D (1996a): *Evaluation of an endosseous titanium implant with a sandblasted and acid-etched surface in the canine mandible: radiographic results*; Clin Oral Implants Res 7, 240-52.
- 54) Cochran DL (1996b): *Implant therapy*; I. Ann Periodontol 1, 707-90.
- 55) Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D (1997): *Biologic width around titanium implants: A histometric analysis of the implanto-gingival junction around unloaded and loaded non-submerged implants in the canine mandible*; J Periodontol 68, 186-98.
- 56) Cochran DL, Hermann JS (2005): *Biologische Prinzipien in der oralen Implantologie*; Implantologie 13/2, 109-123.
- 57) d'Hoedt B, Lukas D, Mühlbradt L, Scholz F, Schulte W, Quante F, Topkaya A (1985): *Das Periotest®-Verfahren – Entwicklung und klinische Prüfung*; Dtsch Zahnärztl Z 40, 113-25.
- 58) d'Hoedt B, Lukas D (1987): *Verlaufsmessungen parodontaler Indizes beim Tübinger Implantat aus Frialit. Eine 10-Jahres-Analyse*; Z Zahnärztl Implantol III, 6-25.
- 59) Dao TT, Anderson JD, Zarb GA (1993): *Is osteoporosis a risk factor for osseointegration of dental implants?* Int J Oral Maxillofac Implants; 8 (2),137-44, Review.
- 60) Degidi M, Artese L, Scarano A, Perrotti V, Gehrke P, Piattelli A (2006): *Inflammatory infiltrate, microvessel density, nitric oxide synthase expression, vascular endothelial growth factor expression, and proliferative activity in peri-implant soft tissues around titanium and zirconium oxide healing caps*; J Periodontol 77 (1) Jan, 73-80.
- 61) Dietrich U, Skop P, Lippold R, Behneke N, Wagner W (1993): *Vergleich verschiedener Implantatsysteme und deren Prognose im zahnlosen Unterkiefer*; Dtsch Zahnärztl Z 48, 793-96.
- 62) Finne K, Rompen E, Toljanic J (2007): *Clinical evaluation of a prospective multicenter study on 1-piece implants. part 1: marginal bone level evaluation after 1 year of follow-up*; Int J Oral Maxillofac Implants 22 (2) Mar-Apr, 226-34.

- 63) Fiorellini JP, Chen PK, Nevins M, Nevins ML (2000): *A retrospective study of dental implants in diabetic patients*; Int J Periodontics Restorative Dent 20 (4) Aug, 366-73.
- 64) Formigini MS (1947): *Protesi dentaria a mezzo die infibulazione diretta endoalveolare*; Riv Ital Di Stom II, Marzo.
- 65) Gargiulo, A.W. et al. (1961): *Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans*; J Periodontol 32, 261-67.
- 66) Gehre G. (2000): *Keramische Werkstoffe* in: Eichner K., Kappert H.F. (2000): *Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung*; Thieme-Verlag, Stuttgart, New York, S. 353.
- 67) Glauser R, Ree A, Lundgren AK, Gottlow J, Hämmerle Ch, Schärer P (2001): *Immediate loading of Branemark implants applied in various jawbone regions: a prospective 1-year clinical study*; Clin Implant Dent Relat Res 3, 204-213.
- 68) Grössner-Schreiber B (1995): *Knochenmatrixsynthese und Mineralisation von Knochenzellen auf hydroxylapatitbeschichteten Titanoberflächen*; Z Zahnärztl Implantol 11, 9.
- 69) Grötz KA, Piesold JU, Al-Nawas B (2006): *Osteonecrosis of the jaws by long term therapy with bisphosphonates*; Mund Kiefer Gesichtschir 10 (5) Sep, 287-300. Review.
- 70) Grötz KA, Walter C, Grötz KA, Kunkel M, Al-Nawas B (2007): *Prevalence of bisphosphonate associated osteonecrosis of the jaw within the field of osteonecrosis*; Support Care Cancer 15 (2) Feb, 197-202. Epub 2006 Aug 29.
- 71) Grötz KA, Diel IJ, Bergner R (2007): *Adverse effects of bisphosphonates: current issues*; J Support Oncol 5 (10) Nov-Dec, 475-82. Review.
- 72) Grötz KA, Walter C, Küttner C, Al-Nawas B. (2007): *Relevance of bisphosphonate long-term therapy in radiation therapy of endosteal jaw metastases*; Strahlenther Onkol 183 (4) Apr, 190-4.
- 73) Grötz KA, Walter C, Al-Nawas B, du Bois A, Buch L, Harter P (2009): *Incidence of bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaws in breast cancer patients*; Cancer Jan 20.

- 74) Grunder U, Spielman HP, Gaberthüel T (1996): *Implant-supported single tooth replacement in the aesthetic region: a complex challenge*; Pract Periodontics Aesthet Dent 8 (9) Nov-Dec, 835-42.
- 75) Grunder U (1996): *Aesthetic success or failure in implant-supported anterior restorations*; Pract Periodontics Aesthet Dent 8 (9) Nov-Dec, 830, 833.
- 76) Henriksson K, Jemt T (2004): *Measurements of soft tissue volume in association with single-implant restorations: a 1-year comparative study after abutment connection surgery*; Clin Implant Dent Relat Res 6(4),181-9.
- 77) Hermann F, Lerner H, Palti A (2007): *Factors influencing the preservation of the periimplant marginal bone*; Implant Dent 16 (2) Jun,165-75.
- 78) Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D (1997): *Crestal bone changes around titanium implants: A radiographic evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible*; J Periodontol 68 (11) Nov, 1117-1130.
- 79) Hermann JS et al. (2000a): *Biologic width around titanium implants: A physiologically formed and stable dimension over time*; Clin Oral Implants Res 11 (1) Feb, 1-11.
- 80) Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL (2000b): *Crestal bone changes around titanium implants: A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible*; J Periodontol 71 (9) Sep, 1412-1424.
- 81) Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL (2001a): *Biologic width around one- and two-piece titanium implants: A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible*; Clin Oral Implants Res 12 (6) Dec, 559-571.
- 82) Hermann JS, Schoolfield JD, Nummikoski PV, Buser D, Schenk RK, Cochran DL (2001b): *Crestal bone changes around titanium implants: A methodologic study comparing linear radiographic with histometric measurements*; Int J Oral Maxillofac Implants 16 (4) Jul-Aug, 475-485.
- 83) Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL (2001c): *Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants : A histometric evaluation*

- of unloaded non-submerged implants in the canine mandible; J Periodontol* 72 (10) Oct, 1372-1383.
- 84) Higuchi KW, Folmer T, Kultje C (1995): *Implant survival rates in partially edentulous patients: a 3-year prospective multi-center study; J Oral Maxillofac Surg* 53 (3) Mar, 264-8.
- 85) Himmlová L, Dostálová T, Kácovský A, Konvicková S (2004): *Influence of implant length and diameter on stress distribution: a finite element analysis; J Prosthet Dent* 91(1) Jan, 20-5.
- 86) Hjørting-Hansen E, Worsaae N, Lemons J (1990): *Histologic response after implantation of porous hydroxylapatite ceramic in humans; Int J Oral Maxillofac Implants* 5, 255-263.
- 87) Homburg Ch, Rudolph B (1995): *Wie zufrieden sind ihre Kunden tatsächlich? In: Harvard Business Manager, Nr.1, 43-50.*
- 88) Hubálková H, Linetskiy I (2006): *New trends in prosthetic dentistry; Prague Med Rep* 107 (2), 149-64.
- 89) Jacob G, Bengel J (2000): *Das Konstrukt Patientenzufriedenheit: Eine kritische Bestandsaufnahme; Psychomed* 12, 211-216.
- 90) Jahn M, D`Hoedt B (1992): *Zur Definition des Erfolges bei dentalen Implantaten; Z Zahnärztl Impl* 8, 221-226.
- 91) Jansen VK, Conrads G, Richter EJ. (1997): *Microbial leakage and marginal fit of the implant-abutment interface; Int J Oral Maxillofac Implants* 12 (4) Jul-Aug, 527-40.
- 92) Jemt T (1997): *Regeneration of gingival papillae after single implant treatment; Int J Periodontics Restorative Dent* 17 (4) Aug, 326-33.
- 93) Kaplan EL, Meier P (1958): *Nonparametric estimation from incomplete observations; J Amer Statist Assoc* 53, 457-481.
- 94) Karoussis IK, Brägger U, Salvi GE, Bürgin W, Lang NP (2004): *Effect of implant design on survival and success rates of titanium oral implants: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System; Clin Oral Implants Res* 15 (1) Feb, 8-17.

- 95) Kieswetter K, Schwartz Z, Hummert TW, Cochran DL, Simpson J, Dean DD, Boyan BD (1996a): *Surface roughness modulates the local production of growth factors and cytokines by osteoblast-like MG-63 cells*; J Biomed Mater Res 32 (1) Sep, 55-63.
- 96) Kieswetter K, Schwartz Z, Dean DD, Boyan BD. (1996b): *The role of implant surface characteristics in the healing of bone*; Crit Rev Oral Biol Med 7 (4), 329-45.
- 97) Kleber BM, Dörfling P, Schatz S (1995): *Die parodontale Sulkusflüssigkeit als diagnostisches Hilfsmittel bei marginaler Parodontitis und Periimplantitis*; Parodontologie 6, 7-17.
- 98) Knabe C, Howlett CR, Klar F, Zreiqat H (2004): *The effect of different titanium and hydroxyapatite-coated dental implant surfaces on phenotypic expression of human bone-derived cells*; J Biomed Mater Res A 71(1) Oct, 98-107.
- 99) Koeck B, Wahl G (2004): *Indikationen, Kontraindikationen und Differentialindikationen in: Koeck, B.; Wagner, W.: Praxis der Zahnheilkunde. Bd.13: Implantologie*; Urban&Fischer-Verlag, München-Jena, 22-25 (2. Auflage).
- 100) Koeck B, Wagner W (2004): *Praxis der Zahnheilkunde. Bd. 13: Implantologie*; Urban&Fischer-Verlag, München-Jena (2. Auflage)
- 101) Kohal RJ, Weng D, Bachle M, Strub JR (2004): *Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: an animal experiment*. J Periodontol 75 (9) Sep, 1262-8.
- 102) Kohal RJ, Gerds T, Strub JR (2003): *Effect of different crown contours on periodontal health in dogs. Clinical results*; J Dent 31(6), Aug, 407-13.
- 103) Kohal RJ, Papavasiliou G, Kamposiora P, Tripodakis A, Strub JR (2002): *Three-dimensional computerized stress analysis of commercially pure titanium and yttrium-partially stabilized zirconia implants*; Int J Prosthodont 15(2) Mar-Apr, 189-94.
- 104) Lambrecht JTh, Besimo ChE (2004): *Diagnostik, Planung, Aufklärung in: Koeck, B., Wagner, W. (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde: Implantologie Bd. 13*; Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore

- 105) Langer B, Calagna L (1980): *The subepithelial connective tissue graft*; J Prosthet Dent 44 (4) Oct, 363-7.
- 106) Lautenschlager EP, Monaghan P (1993): *Titanium and titanium alloys as dental materials*; Int Dent J 43(3) Jun, 245-53, Review.
- 107) Lazzara RJ, Porter SS (2006): *Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels*; Int J Periodontics Restorative Dent 26 (1) Feb, 9-17.
- 108) Ledermann PD (1996): *Über 20-jährige Erfahrung mit der sofortigen funktionellen Belastung von Implantatstegen in der Regio interforaminalis*; Z Zahnärztl Implantol 12, 123-36.
- 109) Ledermann PD, Schenk RK, Buser D (1998): *Long-lasting osseointegration of immediately loaded, bar-connected TPS screws after 12 years of function: a histologic case report of a 95-year-old patient*; Int J Periodontics Restorative Dent 18 (6) Dec, 552-63.
- 110) Lekholm U, Zarb G (1985): *Patientenselektion und Aufklärung der Patienten* in: Branemark PI (1985): *Gewebeintegrierter Zahnersatz*; Quintessenz, Berlin, 195-205.
- 111) Lüthy H, Pietrobon N, Sisera M, Wohlwend A, Loeffel O (1996): *White esthetics*; Schweiz Monatsschr Zahnmed 106(10), 896-908, Review.
- 112) Malqvist JP, Sennerby L (1990): *Clinical report on the success of 47 consecutively places Core-Vent implants followed from 3 months to 4 years*. Int J Oral Maxillofac Implants 5: 53-60.
- 113) Mericske-Stern R, Steinlin Schaffner T, Marti P, Geering AH (1994): *Peri-implant mucosal aspects of ITI implants supporting overdentures. A five-year longitudinal study*. Clin Oral Implants Res 5: 9-18.
- 114) Martin JY, Schwartz Z, Hummert TW, Schraub DM, Simpson J, Lankford J Jr, Dean DD, Cochran DL, Boyan BD (1995): *Effect of titanium surface roughness on proliferation, differentiation, and protein synthesis of human osteoblast-like cells (MG 63)*; J Biomed Mater Res 29 (3) Mar, 389-401.

- 115) Marx R, Bieniek H (1998): *Werkstoffeigenschaften von Implantatmaterialien* in: Hartmann HJ (1998): *Aktueller Stand der zahnärztlichen Implantologie*; Spitta-Verlag, Balin-gen.
- 116) Moberg LE, Köndell PA, Kullman L, Heimdahl A, Gynther GW (1999): *Evaluation of single-tooth restorations on ITI dental implants. A prospective study of 29 patients*; Clin Oral Implants Res 10(1) Feb, 45-53.
- 117) Moberg LE, Köndell PA, Sagulin GB, Bolin A, Heimdahl A, Gynther GW (2001): *Branemark System and ITI Dental Implant System for treatment of mandibular edentulism. A comparative randomized study: 3-year follow-up*; Clin Oral Implants Res 12 (5) Oct, 450-61.
- 118) Morra M (2007): *Biomolecular modification of implant surfaces*; Expert Rev Med Devices 4(3) May, 361-72, Review.
- 119) Moser W, Nentwig GH (1987): *Zur Problematik von Titan-Spritzbeschichtungen*; Z Zahnärztl Implantol 3: 282-285.
- 120) Moy PK, Medina D, Shetty V, Aghaloo TL (2005): *Dental implant failure rates and associated risk factors*; Int J Oral Maxillofac Implants 20(4) Jul-Aug, 569-77.
- 121) Mühlemann HR, Son S (1971): *Gingival sulcus bleeding - a leading symptom in initial gingivitis*; Helv Odont Acta 15, 107-113.
- 122) Mühlreiter F (1912): *Anatomie des menschlichen Gebisses*; Felix, Leipzig.
- 123) Naert I, Quirynen M, van Steenberghe D, Darius P (1992): *A six-year prosthodontics-tudy of 509 consecutivelyinserted implants for the treatment of partial edentulism*; J Prosthet Dent 67, 236-245.
- 124) Onçağ G, Seçkin O, Dinçer B, Arıkan F (2007): *Osseointegrated implants with pendulum springs for maxillary molar distalization: a cephalometric study*; Am J Orthod Dentofacial Orthop 131(1) Jan, 16-26.
- 125) Osborn JF (1979): *Biomaterials and their application to implantation*; SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd 89(11) Nov, 1138-9.

- 126) Park BS, Heo SJ, Kim CS, Oh JE, Kim JM, Lee G, Park WH, Chung CP, Min BM (2005): *Effects of adhesion molecules on the behavior of osteoblast-like cells and normal human fibroblasts on different titanium surfaces*; J Biomed Mater Res A 15,74(4) Sep, 640-51.
- 127) Petrie CS, Williams JL (2005): *Comparative evaluation of implant designs: influence of diameter, length, and taper on strains in the alveolar crest. A three-dimensional finite-element analysis*; Clin Oral Implants Res 16(4) Aug, 486-94.
- 128) Philips JH (1988): *Effects of fixation on endomembraneous graft survival: A Bone is a bone*; In: Holmes RE (ed., 1988): *Bone grafting. III. Biology and application for maxillofacial indications*; San Diego
- 129) Piesold JU, Al-Nawas B, Grötz KA (2006): *Osteonecrosis of the jaws by long term therapy with bisphosphonates*; Mund Kiefer Gesichtschir 10(5) Sep, 287-300.
- 130) Pilliar RM (1986): *Tissue integration in oral and maxillofacial reconstruction*; In: van Steenberghe D (ed): *Excerpta Med*; 60-73.
- 131) Pilliar RM, Deporter DA, Watson PA, Valiquette N (1991): *Dental implant design – effect on bone remodeling*; J Biomed Mater Res 25 (4) Apr, 467-483.
- 132) Romeo E, Lops D, Amorfini L, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G (2006): *Clinical and radiographic evaluation of small-diameter (3.3-mm) implants followed for 1-7 years: a longitudinal study*; Clin Oral Implants Res 17(2) Apr,139-48.
- 133) Schnitman PA, Shulman LB (1980): *Dental implants: Benefit and risk. Proceedings of an NIH Harvard consensus development conference 1978*; National Institute of Health (NIH) Harvard consensus development conference, Bethesda.
- 134) Schulte W, Lukas D (1992): *The periost test method*; Int Dent J 42 (6) Dec, 433-40.
- 135) Schultze-Mosgau S, Schliephake H, Radespiel-Troger M, Neukam FW (2000): *Oseointegration of endodontic endosseous cones: zirconium oxide vs titanium*; Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 89(1) Jan, 91-8.
- 136) Schwartz Z, Martin JY, Dean DD, Simpson J, Cochran DL, Boyan BD. (1996): *Effect of titanium surface roughness on chondrocyte proliferation, matrix production, and differentiation depends on the state of cell maturation*; J Biomed Mater Res 30 (2) Feb, 145-155.

- 137) Seibert JS (1991): *Ridge augmentation to enhance esthetics in fixed prosthetic treatment*; *Compend Cont Educ Dent* 12 (8) Aug, 548, 550, 552 passim.
- 138) Sennerby L, Dasmah A, Larsson B, Iverhed M (2005): *Bone tissue responses to surface-modified zirconia implants: A histomorphometric and removal torque study in the rabbit*; *Clin Implant Dent Relat Res* 7 Suppl 1, 13-20.
- 139) Shin YK, Han CH, Heo SJ, Kim S, Chun HJ (2006): *Radiographic evaluation of marginal bone level around implants with different neck designs after 1 year*. *Int J Oral Maxillofac Implants* 12 (5) Sep-Oct, 789-94.
- 140) Silness J, Löe H (1963): *Periodontal disease in pregnancy I. Prevalence and severity*; *Acta Odont Scand* 21Dec, 533-51.
- 141) Silness J, Löe H (1964): *Periodontal disease in Pregnancy. II. Correlation between Oral Hygiene and Periodontal Condition*. *Acta Odontologica Scandinavica* Vica 22 Feb, 121-135.
- 142) Sollazzo V, Pezzetti F, Scarano A, Piattelli A, Bignozzi CA, Massari L, Brunelli G, Carinci F (2007a): *Zirconium oxide coating improves implant osseointegration in vivo*; *Dent Mater* 24(3) Mar, 357-61, Epub 2007 Jul 20.
- 143) Sollazzo V, Palmieri A, Pezzetti F, Bignozzi CA, Argazzi R, Massari L, Brunelli G, Carinci F (2007b): *Genetic effect of zirconium oxide coating on osteoblast-like cells*; *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 84(2) Feb, 550-8.
- 144) Spiekermann H (1998): *Wissenschaftliche Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde: Implantologie in der Zahnheilkunde*; <http://www.dgzmk.de/stellung/implantologie.pdf>.
- 145) Starck WJ, Epker BN (1995): *Failure of osseointegrated dental implants after diphosphonate therapy for osteoporosis: a case report*; *Int J Oral Maxillofac Implants* 10(1) Jan-Feb, 74-8.
- 146) Stejskal J, Stejskal VD (1999a): *The role of metals in autoimmunity and the link to neuroendocrinology*; *Neuro Endocrinol Lett* 20(6), 351-364.

- 147) Stejskal VD, Danersund A, Lindvall A, Hudecek R, Nordman V, Yaqob A, Mayer W, Bieger W, Lindh U (1999b): *Metal-specific lymphocytes: biomarkers of sensitivity in man*; *Neuro Endocrinol Lett* 20(5), 289-298.
- 148) Stevens R (1996): *Zirconia and zirconia ceramics. An introduction to zirconia. Ed 2* Twickenham; UK: litho 2000, 1-51.
- 149) Strong SM (2007): *The posterior single implant crown: simplicity and productivity*; *Gen Dent* 55 (4) Jul-Aug, 284-7.
- 150) Studer S, Zellweger U, Schärer P (1996): *The aesthetic guidelines of the mucogingival complex for fixed prosthodontics*; *Pract Periodontics Aesthet Dent* 8 (4) May, 333-41, quiz 342, Review.
- 151) Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P (1992): *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* 63(12) Dec, 995-6.
- 152) Tarnow DP, Emtiaz S, Classi A (1997): *Immediate loading of threaded implants at stage I surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1- to 5-year data*; *Int J Oral Maxillofac Implants* 12(3) May-Jun, 319-24.
- 153) Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS (2000): *The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest*; *J Periodontol* 71 (4) Apr, 546-9.
- 154) Telleman G, Meijer HJ, Raghoobar GM (2006): *Long-term evaluation of hollow screw and hollow cylinder dental implants: clinical and radiographic results after 10 years*; *J Periodontol* 77 (2) Feb, 203-10.
- 155) Tetsch P, Ackermann KL, Behneke N, Galandi M, Geis-Gerstorfer J, Kerschbaum Th, Krämer A, Krekeler G, Nentwig GH, Richter EJ, Schulte W, Spiekermann H, Strunz V, Wagner G, Weber H (1990): *Konsensus-Konferenz zur Implantologie 18.10.1989 in Mainz*; *Z Zahnärztl Implantol* VI, 5-14.

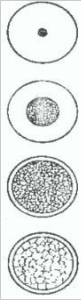
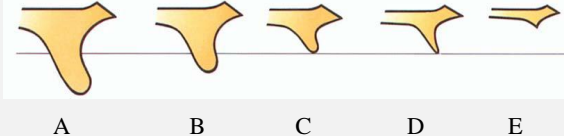

- 156) Tripodakis AP, Strub JR, Kappert HF, Witkowski S (1995): *Strength and mode of failure of single implant all-ceramic abutment restorations under static load*; Int J Prosthodont 8 (3) May-Jun, 265-72.
- 157) Vacek JS, Gher ME, Assad DA, Richardson AC, Giambarresi LI. (1994) : *The dimensions of the human dentogingival junction*; Int J Periodontics Restorative Dent 14 (2) Apr, 154-165.
- 158) Vigolo P, Givani A, Majzoub Z, Cordioli G (2004): *Clinical evaluation of small-diameter implants in single-tooth and multiple-implant restorations: a 7-year retrospective study*; Int J Oral Maxillofac Implants 19(5) Sep-Oct, 703-9.
- 159) Wagner W, Esser E, Ostkamp K (1998): *Osseointegration of dental implants in patients with and without radiotherapy*; Acta Oncol 37 (7-8), 693-6.
- 160) Wagner W, Koeck B (2004a): *Einleitung* in: Koeck B, Wagner W (Hrsg., 2004): *Praxis der Zahnheilkunde: Implantologie Bd. 13*; Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore.
- 161) Wang HL, Weber D, McCauley LK (2007): *Effect of long-term oral bisphosphonates on implant wound healing: literature review and a case report*; J Periodontol 78(3) Mar, 584-94, Review.
- 162) Watzek K (2000): *Zahnärztliche Implantate* in: Schwenzer N, Ehrenfeld M.: *Zahnärztliche Chirurgie 3*; Thieme, 127-28.
- 163) Weibrich G, Wagner W (2004): *Operatives Vorgehen* in: Koeck B, Wagner W (Hrsg., 2004): *Praxis der Zahnheilkunde: Implantologie Bd. 13*; Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 139.
- 164) Weingart D, Steinemann S, Schilli W, Strub JR, Hellerich U, Assenmacher J, Simpson J (1994): *Titanium deposition in regional lymph nodes after insertion of titanium screw implants in maxillofacial region*; Int J Oral Maxillofac Surg 23(6 Pt 2) Dec, 450-2.
- 165) Weisgold AS, Arnoux JP, Lu J (1997): *Single-tooth anterior implant: a world of caution. Part I*; J Esthet Dent 9(5),225-33, Review.

- 166) Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B, Krol JJ (1995): *A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies*; Clin Oral Implants Res 6 (1) Mar, 24-30.
- 167) Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B (1996a): *Bone tissue response to commercially titanium implants blasted with fine and coarse particles of aluminium oxide*; Int J Oral Maxillofac Implants 11 (1) Jan-Feb, 38-45.
- 168) Wennerberg A, Albrektsson T, Lausmaa J (1996b): *Torque and histomorphometric evaluation of c.p. titanium screws blasted with 25-and 75 microns-sized particles of Al₂O₃*; J Biomed Mater Res 30 (2) Feb, 251-260.
- 169) Wheeler RC, Ash M (Hrsg., 1984): *Wheeler`s atlas of tooth form, ed 4*; Philadelphia: Saunders.
- 170) Wheeler DL, Stokes KE, Hoellrich RG, Chamberland DL, McLoughlin SW (1998): *Effect of bioactive glass particle size on osseous regeneration of cancellous defects*; J Biomed Mater Res 41 (4) Sep, 527-33.
- 171) Winkler S, Morris HF, Ochi S (2000): *Implant survival to 36 month as related to length and diameter*; Ann Periodontol 5 (1) Dec, 22-31.
- 172) Yerit KC, Posch M, Seemann M, Hainich S, Dortbudak O, Turhani D, Ozyuvaci H, Watzinger F, Ewers R (2006): *Implant survival in mandibles of irradiated oral cancer patients*; Clin Oral Implants Res 17(3) Jun, 337-44.
- 173) Yoon J, Mehta N, Rosen A (1995): *Effect of bruxism on success rate of dental implants*; J Dent Res 74 (special issue), 478. Abstract 618.
- 174) Zarb G, Lewis DW (1992): *Dental implants and decision making*; J Dent Educ 56 (12) Dec, 863-72, Review.
- 175) Zinsli B, Sagesser T, Mericske E, Mericske-Stern R (2004): *Clinical evaluation of small-diameter ITI implants: a prospective study*; Int J Oral Maxillofac Implants 19(1) Jan-Feb, 92-9.

- 176) Zitzmann NU, Schärer P, Marinello CP, Schüpbach P, Berglundh T (2001a): *Alveolar ridge augmentation with Bio-Oss. A histological study in humans*; Int J Periodontics Restorative Dent 21 (3) Jun, 289-95.
- 177) Zitzmann NU, Schärer P, Marinello CP (2001b): *Long term results of implants treated with guided bone regeneration: 5-year prospective study*; Int J Maxillofac Implants 16 (3) May-Jun, 355-66.

9 Anhang

Anhang 1: Dokumentation des Operationsvorgehen

Parameter	Kürzel und Beschreibung
Lappendesign	0 = ohne Lappenbildung, Implantation in Extraktionsalveole 1 = Lappen mit/ ohne vertikale Entlastung 2 = Inzision mit Gewebestanze
Implantatlänge	13 bzw. 15mm
Charakter der Implantationsregion	H = abgeheilte Mukosa I = Sofortimplantation
Knochenqualität (Lekholm U., Zarb G. 1985)	 <p>Klasse 1 = fast ausschließlich homogene Kompakta</p> <p>Klasse 2 = breite Kompakta und engmaschige Spongiosa</p> <p>Klasse 3 = dünne Kompakta und engmaschige Spongiosa</p> <p>Klasse 4 = dünne Kompakta und weitmaschige Spongiosa</p>
Knochenquantität (Lekholm U., Zarb G. 1985)	<p>OK</p>  <p>A B C D E</p> <p>UK</p>  <p>A = fast vollständiger Alveolarkamm erhalten B = geringfügige Resorption des Alveolarkamms C = fortgeschrittene Resorption des Alveolarkamms bis zum Basalbogen D = beginnende Resorption des Basalbogens E = Extreme Resorption des Basalbogens</p>
Implantatstabilität	0 = stabil 1 = instabil
Knochentransplantation	ja/nein
Weichgewebstransplantation	ja/nein

10 Addendum

Mein erster und ganz besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. med. Dr. med. dent. Torsten E. Reichert für die Überlassung des Themas und die stetige Förderung meiner Arbeit.

Herrn Dr. med. dent. Till Gerlach danke ich für die freundschaftliche, sehr geduldige und fachspezifische Betreuung der Arbeit sowie der sicherlich nicht selbstverständlichen, praktischen Unterstützung.

Frau Carmen Köhler und den übrigen Mitarbeitern der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie danke ich für die freundliche Hilfe bei der Terminplanung und Aktensuche.

Mein Dank gilt auch ganz besonders meinen Eltern und meiner Frau, die mir stets mit großem Verständnis zur Seite standen und mich immer unterstützten.

11 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Christoph Andreas Beer

Geburtsdatum: 11.10.1981

Geburtsort: Deggendorf

Familienstand: verheiratet

Konfession: evangelisch

Nationalität: deutsch

Vater: Dr. med. dent. Helmut Hermann Beer, Zahnarzt
* 15.11.1950 in Deggendorf

Mutter: Mechthild Beer, Zahnarthelferin und Psychotherapeutin
Geborene Breese
* 29.04.1959 in Erlangen

Geschwister: Tobias Karl-Georg Beer Sebastian Helmut Beer
* 27.07.1984 *30.06.1987

Grundwehrrersatzdienst: 1999 – 2005 Freiwillige Feuerwehr Deggendorf

Schulbildung: 1988 – 1992 Grundschule Theodor-Eckert in Deggendorf
1992 - 2001 Comenius-Gymnasium Deggendorf
2001 Abitur

Universitäre Ausbildung:

Studium der Zahmedizin 2001 – 2006 Universität Regensburg
2004 Zahnärztliche Vorprüfung
12.12.2006 Staatsexamen

Promotion: 24.11.2010, Universität Regensburg

Dissertation: Univ. Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Torsten E. Reichert
Direktor der Klinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie
der Universität Regensburg

Thema: Klinische Studie zum Einsatz eines einteiligen
durchmesserreduzierten 3,0mm-Implantates im latera-
len Oberkieferschneidezahn- und Unterkieferfront-
zahnbereich.

Rigorosum: 24.11.2010

Berufstätigkeit:

Approbation: 13.12.2006 München

01.2007 – 06.2009 Assistenzarzt in der
Zahnarztpraxis Dr. med. dent. Reinhold Häglsperger
Obere Stadt 8, Vilsbiburg

07.2009 – 12.2009 Übernahme der
Zahnarztpraxis Dr. med. dent. Franz Stöhr
Amanstraße 12, Deggendorf
Gründung einer Berufsausübungsgemeinschaft mit
Dr. med.dent. Helmut H. Beer
Amanstraße 12, Deggendorf

Seit 01.2010 Gemeinschaftspraxis
Dr. med. dent. Helmut H. Beer und Christoph A. Beer
Amanstraße 12, Deggendorf

Weiterbildung:

Curriculum: 01.2008 – 05.2009 Curriculum der Implantologie (DGI)
05.2009 Abschlussprüfung und Zertifizierung