Retrospektive Untersuchung zum Implantaterfolg bei Risikopatienten unter Berücksichtigung von patienten-, implantat- und restaurationsabhängigen Einflussfaktoren

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Martin Merk
aus Friedberg (Hessen)

Gießen 2007

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
der Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Gießen
Direktor: Prof. Dr. P. Ferger

Gutachter: Prof. Dr. B. Wöstmann
Gutachter: Frau PD Dr. M. Wimmer-Röll

Tag der Disputation: 11.02.2008

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG 1

1.1 Erweiterung des zahnärztlichen Behandlungsspektrums durch enossale Implantate 1

1.2 Mögliche Ursachen eines Implantatmisserfolges 3

1.2.1 Gescheiterte Osseointegration 3

1.2.2 Verlust der Osseointegration 4

1.3 Indikationen und Indikationseinschränkungen enossaler Implantate 5

1.3.1 Indikationen 5

1.3.2 Indikationseinschränkungen 6

1.4 Fragestellung 7

2 UNTERSUCHUNGSKOLLEKTIV UND METHODIK 8

2.1 Untersuchungskollektiv 8

2.1.1 Einschlusskriterien 8

2.1.2 Beobachtungsdauer 9

2.2 Studiendesign und Datenerhebung 9

2.3 Auswertung der Daten 10

2.3.1 Methodische Anforderungen an Studien zum Implantatüberleben 10

2.3.2 Definition der Erfolgskriterien in der vorliegenden Studie 12

2.3.3 Statistische Auswertung 13

3 ERGEBNISSE 16

3.1 Deskriptive Statistik 16

3.1.1 Patientenabhängige Faktoren 18

3.1.2 Implantatabhängige Faktoren 18

3.1.3 Restaurationsabhängige Faktoren 27

3.2 Verweildaueranalyse 28
3.2.1 Patientenbezogene Auswertung 28
3.2.2 Implantatbezogene Auswertung 29
3.2.3 Restaurationsbezogene Auswertung 30

3.3 Einflussfaktoren auf den Implantaterfolg 31
3.3.1 Patientenbezogene Auswertung 31
3.3.2 Implantatbezogene Auswertung 32
3.3.3 Restaurationsbezogene Auswertung 41

4 DISKUSSION 44

4.1 Charakterisierung des Patientenkollektivs 44

4.2 Verweildaueranalyse 46

4.3 Einflussfaktoren auf den Implantaterfolg 52
4.3.1 Patientenabhängige Faktoren 71
4.3.2 Implantatabhängige Faktoren 74
4.3.3 Restaurationsabhängige Faktoren 85

4.4 Beantwortung der Fragestellungen 88

4.5 Schlussfolgerungen 93

5 ZUSAMMENFASSUNG 95

6 LITERATURVERZEICHNIS 99

7 DANKSAGUNG 120

8 LEBENSLAUF 121

1 Einleitung und Fragestellung

1.1 Erweiterung des zahnärztlichen Behandlungsspektrums durch enossale Implantate

Die enossale Implantologie stellt heute als wissenschaftlich anerkannte Therapie einen integralen Bestandteil der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde dar. Primäre Ziele der dentalen Implantation sind die Schonung vorhandener Zahnhartsubstanz, die Ermöglichung festsitzenden Zahnersatzes sowie die Stabilisierung und Sicherung von abnehmbaren Zahnersatz. Sekundäres Ziel ist die Substanzerhaltung von Knochen und Weichgewebe (CACACI et al. 2006).

Die Möglichkeit der implantatprothetischen Versorgung hat das zahnärztliche Behandlungsspektrum erheblich erweitert und teilweise zu einem neuen Denken bezüglich der Therapiealternativen und Versorgungsziele nach einem Zahnverlust geführt (KOECK und WAGNER 2006). Klinische Longitudinalstudien belegen eine hohe Erfolgsaussicht implantologisch-prothetischer Konzepte (BUSER et al. 1997, HAHN und VASSOS 1997, DE LEONARDIS et al. 1999, WEBER et al. 2000, RÄTZER KÜNZEL et al. 2002, WILLER et al. 2002, BESCHNIDT et al. 2003, FERRIGNO et al. 2006) bei zugleich großer Patientenzufriedenheit (BUCH et al. 2002, STRASSBURGER et al. 2004, AL-OMIRI et al. 2005), was zu einer starken Breitenentwicklung der oralen Implantologie in den letzten 15 Jahren geführt hat.

Ein weiterer Grund für die generelle Zunahme von Implantatversorgungen ist der Fortschritt auf dem Gebiet der Augmentationstechniken. Bis Ende der 1980er-Jahre stellten horizontale und/oder vertikale Knochendefizite eine Kontraindikation für eine Implantatbehandlung dar. Heute stehen dem Behandler zuverlässige Operationstechniken zur Korrektur lokaler Knochendefizite zur

Verfügung (KHOURY 1999, LAMBRECHT und SCHIEL 1999, OLSON et al. 2000a, BUSER et al. 2002).

Eine dritte und wesentliche Ursache für den Aufschwung der enossalen Implantologie ist die Tatsache, dass sich der Schwerpunkt der Implantatanwendung zunehmend von zahnlosen Patienten zu teilbezahnten Fällen verlagert hat. Enossale Implantate ermöglichen es, auch bei ungünstiger Pfeilerzahnverteilung einen festsitzenden oder kombiniert festsitzend-abnehmbaren Zahnersatz einzugliedern, was einen erhöhten Tragekomfort, eine effizientere Funktion und in der Folge eine größere Patientenzufriedenheit bedingt (BUCH et al. 2002, STRASSBURGER et al. 2004, AL-OMIRI et al. 2005).

Die implantatgetragene Rehabilitation des Gebisses ist ein prothetisch orientiertes Fach, so dass der Prothetiker über ein fundiertes implantologisches Wissen verfügen muss. Die Phasen der Diagnostik und Behandlungsplanung sind in der Implantatprothetik entscheidend, um frühe oder späte Misserfolge zu vermeiden (ZINNER und SCHNADER 2005). Ist aus prothetischer Sicht der Einsatz von Implantaten notwendig und sinnvoll, so ist nach chirurgischen Kriterien zu prüfen, ob dieses gewünschte Konzept mit künstlichen Implantatpfeilern im Kieferknochen auch patientenbezogen umsetzbar ist. Dabei können bereits die allgemeinmedizinische Anamnese und der Gesundheitszustand des Kausystems einschränkende oder risikoerhöhende Vorbedingungen ergeben (KOECK und WAHL 2006).

Als Risikopatient gilt ein Patient, bei dem das strikte Befolgen des Standardprotokolls nicht zu dem erhofften Ergebnis führt, d.h. die Misserfolgs- und Komplikationsrate überdurchschnittlich hoch ist (RENOUARD und RANGERT 2006). Die Risiko-Nutzen-Abwägung sollte je nach Schweregrad und Komplexität der Erkrankung erfolgen (CACACI et al. 2006), was mit einer hohen Verantwortung des Zahnarztes und der konsultierenden Ärzte verbunden ist.

1.2 Mögliche Ursachen eines Implantatmisserfolges

Jede Implantation ist als Eingriff in das biologische System der Mundhöhle anzusehen, der mit dem Ziel einer möglichst dauerhaften funktionellen Rehabilitation unternommen wird. Medizinische Eingriffe sind jedoch grundsätzlich mit der Gefahr von Komplikationen behaftet, die sich auch bei sorgfältigem Vorgehen nicht immer vermeiden lassen.

Der Langzeiterfolg der Implantation ist eng verknüpft mit dem von Brånemark entwickelten Prinzip der Osseointegration, das einen direkten Kontakt zwischen Knochen und Implantatoberfläche fordert. Ziel ist es, eine maximale Knochenquantität und -qualität um ein Implantat herum aufzubauen und zu erhalten. Bindegewebe im Implantatkontakt bedeutet hingegen immer einen Misserfolg (BRÅNEMARK et al. 1969). Nach BERT et al. (2005) kann ein Implantatmisserfolg prinzipiell entweder auf eine gescheiterte Osseointegration oder auf den Verlust einer ursprünglich erfolgreichen Osseointegration zurückgeführt werden.

1.2.1 Gescheiterte Osseointegration

Hauptgründe für eine gescheiterte Osseointegration sind nach Meinung von BERT et al. (2005):

- chirurgische Schwierigkeiten bzw. Fehler (z.B. Überhitzung des Knochens, Druck, fehlende Stabilisierung des Implantates, zu frühe Belastung, mangelnde Asepsis)
- schlechte Knochenqualität oder unzureichende Vaskularisation
- falsch ausgewählter Implantatdurchmesser.

1.2.2 Verlust der Osseointegration

Bei VerIust der Osseointegration in der Belastungsphase wird zwischen biologischen und mechanischen Implantatmisserfolgen unterschieden (BEHNEKE und BEHNEKE 2006a).

1.2.2.1 Biologischer Implantatmisserfolg

Ein biologischer Misserfolg tritt dann auf, wenn der Wirtsorganismus nicht in der Lage ist, die Integration des Implantates hinsichtlich des weichgeweblichen Abschlusses und/oder des knöchernen Lagergewebes aufrecht zu erhalten. Das periimplantäre Weichgewebe kann dabei entzündlich, rezessiv-atrophisch bzw. hyperplastisch verändert sein (BEHNEKE und BEHNEKE 2006a).

Eine Periimplantitis ist definiert als situsspezifische periimplantäre Entzündungsreaktion an einem sich unter Funktion befindlichen Implantat mit progressivem Verlust an knöchernem Stützgewebe (ALBREKTSSON und ISIDOR 1994, MOMBELLI und LANG 1998, ESPOSITO et al. 1999). Die Reaktion des Wirtsgewebes auf die Bildung des periimplantären Biofilms löst eine Reihe von Entzündungsreaktionen aus, die sich initial auf dem Niveau der Weichgewebe manifestieren. Sie können dann nach apikal fortschreiten, bis sie Hartgewebe erreichen. Die Gewebedestruktion, die daraus resultiert, äußert sich klinisch in einem Attachmentverlust und röntgenologisch in einer kraterförmigen Knochenauflösung. Die periimplantären Erkrankungen umfassen die Mukositis und die Periimplantitis. Mit Mukositis wird die reversible Entzündung der suprakrestalen Weichgewebe um Implantate in Funktion bezeichnet. Periimplantitis meint den Entzündungsprozess, der alle Gewebe um das Implantat in Funktion erfasst und in einer Knochendestruktion endet (GIOVANNOLI 2005, CACACI et al. 2006).

1.2.2.2 Mechanischer Implantatmisserfolg

Die meisten Komplikationen in der Implantologie haben mechanische Ursachen, wobei man unter den mechanischen Risikofaktoren folgende Klassifizierung vornehmen kann (RENOUARD und RANGERT 2006):

- Geometrische Risikofaktoren:
  Zahl der Implantate, Position in Relation zur Ausführung der Suprakonstruktion
- Okklusale Risikofaktoren:
  Probleme durch Kräfte, die auf die Komponenten einwirken (v.a. laterale Belastungen) und parafunktionelle Aktivitäten des Patienten
- Knochenbezogene Risikofaktoren:
  Initiale Stabilität des Implantates, geringer Durchmesser des Implantates in Bezug zu den ersetzenden Zähnen
- Technische Risikofaktoren:
  Probleme der Passung der Suprakonstruktion oder der Zementierung

Korrekte Indikationsstellung, Planung und Durchführung der implantologisch-prothetischen Versorgung sind zur Prävention von Misserfolgen unerlässlich (WOOD und VERMILYEA 2004, BEHNEKE und BEHNEKE 2006a).

1.3 Indikationen und Indikationseinschränkungen enossaler Implantate

1.3.1 Indikationen

Gemäß der wissenschaftlichen Stellungnahme der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ZAHN-, MUND- und KIEFERHEILKUNDE (2005) besteht bei ausreichend vorhandenem oder aufgebautem ortsständigen Hart- und Weich-

gewebeangebot eine medizinische Indikation für enossale Implantate bei folgenden Patienten:

- Patienten, die ohne Implantate funktionell nicht befriedigend versorgt werden können (z.B. extreme Kieferatrophie, angeborene und unfallbedingte oder nach Tumorresektion angefallene Defekte)
- Patienten, bei denen die Implantatversorgung gegenüber der konventionellen Versorgung funktionelle Vorteile bietet (z.B. zahnloser Kiefer, Freiendsituation, Schaltlücke, kieferorthopädische Behandlungsmittel)
- Patienten, bei denen auch durch alternative Behandlungsmaßnahmen vergleichbare funktionelle Ergebnisse zu erzielen sind. Besondere lokale Befunde und auch subjektive Gründe können für eine Implantation sprechen.

1.3.2 Indikationseinschränkungen

Ist aus prothetischer Sicht der Einsatz von Implantaten notwendig und sinnvoll, muss unter Berücksichtigung chirurgischer Kriterien die Realisierbarkeit des Behandlungsplans geprüft werden. Optimale Grundbedingungen für die Versorgung eines Patienten mit enossalen Implantaten liegen vor, wenn nachfolgende Faktoren erfüllt sind (KOECK und WAHL 2006):

- gesunder Allgemeinzustand einschließlich der intraoralen Situation
- voraussichtlich normale ungestörte Wundheilung
- weitgehend abgeschlossenes Kieferwachstum
- gute Mundhygiene
- ausreichendes Knochenangebot in vertikaler, mesio-distaler und oro-vestibulärer Richtung
- patientenseitige Akzeptanz des unvermeidbaren Restrisikos jeglicher Implantatversorgung

Ist auch nur eine dieser optimalen Grundbedingungen nicht gegeben, so geht dies mit einer Risikoerhöhung einher und beeinträchtigt die Erfolgssicherheit (KOECK und WAHL 2006).

1.4 Fragestellung

Dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Klinikums der Justus-Liebig-Universität Gießen werden überwiegend Patienten mit risikoerhöhenden Vorbedingungen zur implantatprothetischen Versorgung zugewiesen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine retrospektive Auswertung des Implantaterfolgs bei 82 Risikopatienten zur Beantwortung folgender Fragestellungen durchgeführt:

1. Welche patienten-, implantat- und restaurationsabhängigen Implantaterfolgsraten lassen sich in einem Risikokollektiv erzielen ?
2. Welchen Einfluss haben die definierten Risikofaktoren auf den Implantaterfolg ?
3. Welchen Einfluss haben patientenabhängige Faktoren auf den Implantaterfolg ?
4. Kann man durch die Berücksichtigung bestimmter modifizierbarer implantat- und restaurationsabhängiger Faktoren bei der Planung und Durchführung der implantatprothetischen Versorgung zur Verbesserung der Implantaterfolgsrate in einem Risikokollektiv beitragen ?

Die Ergebnisse sollen im Vergleich mit dem internationalen Schrifttum diskutiert und bewertet werden.

2 Untersuchungskollektiv und Methodik

2.1 Untersuchungskollektiv

2.1.1 Einschlusskriterien

In die vorliegende Untersuchung gingen die Daten von 82 Patienten ein, die folgende Einschlusskriterien erfüllten:

- Implantatprothetische Versorgung in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik im Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Klinikums der Justus-Liebig-Universität Gießen im Zeitraum von 08/1999 bis 06/2004
- Vorliegen mindestens eines Risikofaktors

Als Risikofaktoren waren definiert:

1. Besonderheiten in der allgemeinmedizinischen Anamnese:
   Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes, Asthma, hämatologische Erkrankungen, Rheuma/Arthritis, Allergien, Osteoporose, Hepatitis A, Hepatitis B, Hepatitis C, HIV, Z.n. Radiatio, Zigarettenrauchen
2. Intraorale Besonderheiten:
   Xerostomie, Bruxismus, Dysgnathie
3. Durchführung einer Augmentation

2.1.2 Beobachtungsdauer

Die durchschnittliche Beobachtungsdauer betrug 34,7 ± 18,6 Monate (Minimum: 10 Monate; Maximum: 90 Monate; Median: 33 Monate).

2.2 Studiendesign und Datenerhebung

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Untersuchung, die nach den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis durchgeführt wurde.

Im Einzelnen wurden durch Auswertung der Patientenunterlagen folgende Daten erhoben:

- Patientenabhängige Faktoren:
  - Alter des Patienten
  - Geschlecht des Patienten
  - Allgemeinmedizinische Anamnese
    (Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes, Asthma, hämatologische Erkrankungen, Rheuma/Arthritis, Allergien, Osteoporose, Hepatitis A, Hepatitis B, Hepatitis C, HIV, Z.n. Radiatio, Zigarettenrauchen)
  - Intraorale Besonderheiten (Xerostomie, Bruxismus, Dysgnathie)

- Implantatabhängige Faktoren:
  - Implantatindikation
  - Augmentation (ja / nein)
  - Anzahl der Implantate
  - Implantatlokalisation
  - Implantatsystem

- Implantatdurchmesser
- Implantatlänge
- Art der Einheilung (offen / gedeckt)
- Zeitdauer zwischen Implantation und Eröffnung (Monate)
- Einheilungszeit (Monate)
- Implantaterfolg (ja / nein, zur Beurteilung siehe Gliederungspunkt 2.3.2)
- Verweildauer des Implantats

- Restaurationsabhängige Faktoren:
  - Art der prothetischen Versorgung
    (Einzelkrone, Brücke, abnehmbarer Zahnersatz)
  - Art der provisorischen Versorgung
    (stabil dental, dental-gingival, rein gingival)

2.3 Auswertung der Daten

2.3.1 Methodische Anforderungen an Studien zum Implantatüberleben

Im Jahr 2000 wurde von der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde folgende wissenschaftliche Stellungnahme zum Thema „Lebenserwartung von Implantaten und Implantatlager“ herausgegeben (NEUKAM 2000).

„Die Bestimmung der Lebenserwartung von Implantaten setzt die Definition von Zielkriterien voraus, anhand derer ein Implantat eindeutig als Erfolg oder Misserfolg beurteilt werden kann. Durch diese Kriterien wird ein klinischer und radiologischer Befundrahmen festgelegt, jenseits dessen ein Implantat als Misserfolg beurteilt werden muss. Umfang und Anspruch der *Erfolgskriterien* haben somit direkten Einfluss auf die absolute Zahl der Implantatmisserfolge. Die Bedeutung dieser Zahl ergibt sich jedoch erst aus der quantitativen Relation zum

untersuchten Gesamtkollektiv. Die Art der *mathematischen Analyse* der Langzeitergebnisse ist daher ebenfalls von wesentlicher Bedeutung für eine statistische Aussage über die Lebenserwartung von Implantaten.

Erfolgskriterien

Es existiert eine Reihe klinischer und röntgenologischer Kriterien zur Identifikation eines Implantationserfolges. Hierbei handelt es sich nahezu ausschließlich um Negativkriterien, deren Fehlen oder Ausbleiben für einen Erfolg Bedingung ist und bei deren Auftreten ein Misserfolg konstatiert werden muss. Ein erfolgreiches Implantat muss sich klinisch fest, entzündungs- und schmerzfrei ohne periimplantäre Osteolyse *in situ* befinden. Dabei sollte die Abnahme der periimplantären Knochenhöhe 0,2 mm nach dem 2. Jahr post implantationem nicht überschreiten. Die primäre oder nachträgliche Stilllegung eines Implantates muss ebenfalls als Misserfolg gewertet werden, da dieses Implantat funktionell wertlos ist.

Analyseverfahren

Die Ermittlung der Erfolgsrate eines Implantatsystems erfolgt nach heutiger Ansicht auf korrekte Weise mit Hilfe einer Verweildaueranalyse. Im Unterschied zu der häufig verwendeten Quotientenbildung aus allen fehlgeschlagenen zu allen eingesetzten Implantaten („Input-Output Statistik") ergibt sich durch die Verweildaueranalyse ein realistisches Bild der Misserfolge. Hierbei wird die Wahrscheinlichkeit eines Implantatverlustes entsprechend seiner Liegezeit berechnet. Da dieser liegezeitbezogene Effekt bei der einfachen Input-Output-Statistik fehlt, liegen deren Misserfolgsraten wesentlich niedriger. Allerdings ist auch bei der Berechnung korrigierter Misserfolgsraten eine gewisse Unsicherheit durch die Tatsache gegeben, dass entweder das einzelne Implantat, der Patient (1 Implantat pro Patient) oder die implantatgetragene Konstruktion als „Berechnungseinheit" Gegenstand der Erfolgsbeurteilung sein kann. Da die Berechnungseinheiten in dem mathematischen Modell der Verweildaueranalyse unabhängig voneinander sein müssen, muss die Berechnung patientenbezogen durchgeführt werden, indem nur ein Implantat pro Patient in die Berech-

nung eingeht. Implantatbezogene Statistiken, die nicht nur eines von mehreren, sondern alle gesetzten Implantaten eines Patient berücksichtigen, liefern vergleichsweise geringere Misserfolgsraten.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Validität einer statistischen Analyse ist die Angabe der Methode und die adäquate Beschreibung des untersuchten Kollektivs. Hierzu gehört die Angabe der Gesamtzahl gesetzter Implantate, der versorgten Patienten, des durchschnittlichen Beobachtungszeitraums (unter Angabe von Minimum und Maximum), der Anzahl der nachuntersuchten Patienten und Implantate, der Anzahl der nicht erschienenen Patienten / Implantate („Drop outs") und der Anzahl der Implantatverluste mit Angabe von Gründen."

2.3.2 Definition der Erfolgskriterien in der vorliegenden Studie

In der vorliegenden Untersuchung wurden zur Beurteilung des Implantaterfolges die von der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (NEUKAM 2000) definierten Erfolgskriterien (Tab. 1) in modifizierter Form zugrunde gelegt.

Tab. 1: Erfolgskriterien nach NEUKAM (2000)

- Keine persistierenden subjektiven Beschwerden wie Schmerz, Fremdkörpergefühl oder Dysästhesie
- Keine periimplantäre Infektion mit putrider Sekretion
- Keine Mobilität des Implantats
- Keine periimplantäre Osteolyse

Ein Implantat wurde in der vorliegenden Studie als Erfolg eingestuft, wenn folgende Kriterien erfüllt waren:

1. keine subjektiven Beschwerden
2. keine Periimplantitis und
3. keine Implantatlockerung

Eine Beurteilung der periimplantären Osteolyse war am Endpunkt des Beobachtungszeitraums in der Regel nicht möglich, da nach Eingliederung der prothetischen Versorgung keine routinemäßige Röntgenuntersuchung mehr durchgeführt wurde. Röntgenaufnahmen zur Kontrolle des Implantaterfolgs waren lediglich vor der Durchführung der implantatprothetischen Versorgung bei allen Patienten angefertigt worden.

2.3.3 Statistische Auswertung

2.3.3.1 Aufgabenstellung

Der statistischen Auswertung der Daten lag folgende Aufgabenstellung zugrunde:

1. Deskriptive Auswertung des Patientenkollektivs in Hinblick auf Alter, Geschlecht, allgemeinmedizinischer Anamnese und intraorale Besonderheiten
2. Deskriptive Auswertung des Patientenkollektivs in Hinblick auf die Implantatversorgung unter Berücksichtigung von Implantatindikation, Augmentation, Anzahl der Implantate pro Patient, Implantatlokalisation, Implantatsysteme, Implantatdurchmesser, Implantatlänge, Art der Einheilung, Einheilungszeit und Implantaterfolg
3. Deskriptive Auswertung des Patientenkollektivs in Hinblick auf die Art der implantatprothetischen Versorgung
4. Patientenbezogene, implantatbezogene und restaurationsbezogene Auswertung des Implantaterfolgs („Verweildaueranalyse“)
5. Untersuchung des Einflusses von patienten-, implantat- und restaurationsbezogenen Faktoren auf den Implantaterfolg („Verweildaueranalyse“).

2.3.3.2 Statistische Verfahren

- Deskriptive Auswertung aller Variablen

Zur deskriptiven Darstellung von metrischen Variablen wurden Mittelwert ± Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum angegeben. Für nominale Variablen wurde der Anteil an der Gesamtzahl in Prozent berechnet.

- Ermittlung des Implantaterfolgs mit Hilfe der Verweildaueranalyse

Die Berechnung des Implantaterfolgs wurde nach den Empfehlungen der DGZMK (NEUKAM 2000) patientenbezogen durchgeführt, wobei je Patient zufällig ein Implantat bestimmt wurde, das in die Auswertung einging. Zusätzlich wurde auch eine implantatbezogene Auswertung unter Berücksichtigung aller inserierten Implantate sowie eine restaurationsbezogene Auswertung vorgenommen, in welcher die Intaktheit aller Implantate eines Patienten und somit der Erfolg der gesamten prothetischen Restauration bewertet wurde.

Die Verweildaueranalyse ist die Untersuchung einer Gruppe von Fällen (hier: Implantate, Restaurationen) hinsichtlich der Dauer zwischen zwei definierten Ereignissen, in der vorliegenden Studie der Tag der Implantatinsertion und der Eintritt des Implantatmisserfolgs. Als Verweildauer wird dabei die Zeit zwischen den beiden Zeitpunkten bezeichnet. Fälle, bei denen im Laufe des Untersuchungszeitraumes das zweite Ereignis eintritt, bezeichnet man als vollständig. Zensiert sind dagegen Fälle, bei denen das zweite Ereignis (noch) nicht eingetreten ist. Die Verweildaueranalyse stützt sich auf die Darstellung der Erfolgsrate. Das ist der Anteil der Fälle, bei denen zu einem bestimmten Zeitpunkt nach dem ersten der beiden Ereignisse das zweite Ereignis noch nicht eingetreten ist. Für die korrekte Berücksichtigung der nicht abgeschlossenen Fälle wurde nach dem Kaplan-Meier-Verfahren vorgegangen (KAPLAN und MEIER 1958) und die Erfolgsrate als Funktion der Zeit dargestellt. Die graphische Dar-

stellung berücksichtigte nur Zeitpunkte mit mindestens 10 noch in der Analyse befindlichen Fällen.

- Analyse des Einflusses verschiedener patientenabhängiger, implantatabhängiger und restaurationsabhängiger Faktoren auf den Implantaterfolg

Die unifaktorielle Analyse des Einflusses diskreter Parameter (z.B. Geschlecht, Bruxismus ja/nein) auf den Implantaterfolg erfolgte mit Hilfe des Log-Rank-Tests (PETO und PETO 1972), welcher die Verteilungsfunktion der Erfolgsraten in den Stichproben vergleicht und auf signifikante Unterschiede prüft. Der Test wurde nur für Parameter durchgeführt, deren Subgruppen mit mindestens 5 Fällen besetzt waren.

Zur Untersuchung des Einflusses einer stetigen Größe (z.B. Alter des Patienten, Anzahl der Implantate) auf die Verweildauer wurde eine Cox-Regression durchgeführt. Auch sie berücksichtigt vollständige und zensierte Fälle und bietet zudem die Möglichkeit, den Verlauf des Anteils zensierter Fälle mit der Zeit für bestimmte Werte des Einflussfaktors zu berechnen und graphisch darzustellen.

Die multifaktorielle Analyse von Einflussfaktoren erfolgte ebenfalls mit Hilfe der Cox-Regression. Hier wurden nur Parameter berücksichtigt, für die in der unifaktoriellen Auswertung ein statistisch signifikanter Einfluss nachgewiesen werden konnte.

Als Signifikanzniveau wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ angesetzt.

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptive Statistik

3.1.1 Risikofaktoren

3.1.1.1 Allgemeinmedizinische Anamnese

Die Erhebung der allgemeinmedizinischen Anamnese ergab, dass 32,9% der Patienten an Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems litten, 18,3% waren Zigarettenraucher und 15,9% hatten Allergien. Weniger häufige anamnestische Befunde waren Rheuma/Arthritis (6,1%), Diabetes (3,7%), Asthma (2,4%), Hepatitis A (2,4%), Z.n. Radiatio (2,4%), hämatologische Erkrankungen (1,2%) sowie Hepatitis C (1,2%). Mehrfachnennungen waren hier möglich. Bei 26,8% der Patienten lagen keinerlei Allgemeinerkrankungen vor (Tab. 2).

Tab. 2: Allgemeinmedizinische Anamnese im Patientenkollektiv (n = 82, Mehrfachnennung möglich)

Allgemeinmedizinische Anamnese	Anzahl	Anteil [%]
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	27	32,9
Zigarettenrauchen	15	18,3
Allergien	13	15,9
Rheuma/Arthritis	5	6,1
Diabetes	3	3,7
Asthma	2	2,4
Hepatitis A	2	2,4
Z.n. Radiatio	2	2,4
Hämatologische Erkrankungen	1	1,2
Hepatitis C	1	1,2
keine Allgemeinerkrankung	22	26,8

3.1.1.2 Intraorale Besonderheiten

Bei 8,5% der Patienten lag eine Xerostomie vor, 7,3% litten unter Bruxismus und bei 3,8% wurde eine Dysgnathie festgestellt (Tab. 3).

Tab. 3: Intraorale Besonderheiten im Patientenkollektiv (n = 82)

Intraorale Besonderheiten	Anzahl	Anteil [%]
Xerostomie	7	8,5
Bruxismus	6	7,3
Dysgnathie	3	3,7
keine intraoralen Besonderheiten	66	80,5

3.1.1.3 Augmentation

Eine Augmentation wurde bei 47,6% der Patienten vorgenommen: Am häufigsten (23,2%) kam eine Auf-/Anlagerungsosteoplastik nach Beckenkammentnahme zur Anwendung, eine Sinusbodenelevation wurde in 7,3% der Fälle durchgeführt. Beide Verfahren gleichzeitig wurden bei 17,1% der Patienten eingesetzt (Tab. 4).

Tab. 4: Art der Augmentation (n = 82)

Art der Augmentation	Anzahl	Anteil [%]
Auflagerungs-/Anlagerungsosteoplastik	19	23,2
Sinusbodenelevation	6	7,3
Osteoplastik und Sinusbodenelevation	14	17,1
keine Augmentation	43	52,4

3.1.2 Patientenabhängige Faktoren

3.1.2.1 Alter und Geschlecht

Das Durchschnittsalter der 82 Patienten betrug 48,1 ± 16,8 Jahre (Minimum: 16 Jahre; Maximum: 77 Jahre; Median: 52 Jahre). Dabei handelte es sich um 30 Männer (36,6%) und 52 Frauen (63,4%).

Die Aufschlüsselung der Patienten nach Alter und Geschlecht zeigte, dass bei Männern und Frauen die Altersgruppe der 60- bis 69-jährigen mit einem Anteil von 33,3% bzw. 28,8% am häufigsten vertreten war (Abb. 1).

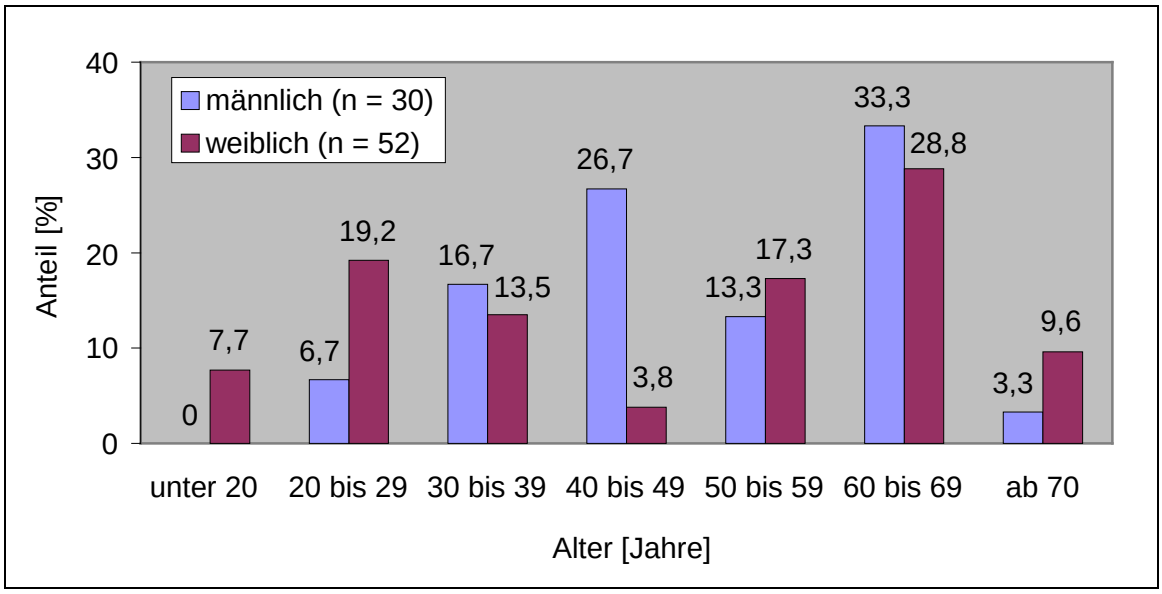

Abb. 1: Aufschlüsselung der Patienten unterschieden nach Alter und Geschlecht

3.1.3 Implantatabhängige Faktoren

3.1.3.1 Implantatindikation

Bei 39 Patienten erfolgte eine Implantatversorgung im Oberkiefer, bei 54 Patienten im Unterkiefer.

Unter Zugrundelegung der Implantatindikationen der BDIZ (1997) (zit. nach KOECK und WAGNER 2006) handelte es sich im Oberkiefer in 20,5% der Fälle um einen Einzelzahnersatz (Klasse 1). Bei 12,8% lag eine Freiendsituation (Klasse 2a) vor, bei 12,8% um Schaltlücken (Klasse 2b), bei 7,7% um einen stark reduzierten Zahnbestand (Klasse 2c) und bei 46,2% um einen zahnlosen Kiefer (Klasse 3).

Im Unterkiefer verteilten sich die Indikationen folgendermaßen: Einzelzahnersatz 20,4%, Schaltlücke 51,9%, Freiendsituation 16,7%, stark reduzierter Zahnbestand 9,3%, zahnloser Kiefer 1,9%.

Die Verteilung der Implantatindikationen ist in Abb. 2 zusammengefasst.

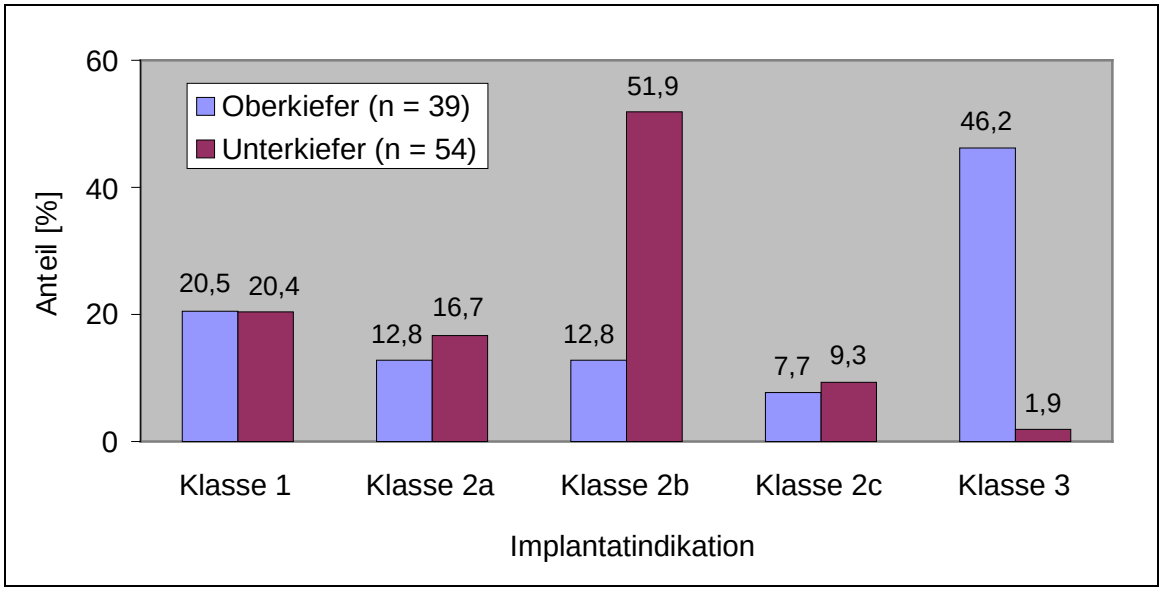

Abb. 2: Implantatindikationen im Ober- und Unterkiefer

Klasse 1: Einzelzahnersatz
Klasse 2a: Freiendsituation
Klasse 2b: Schaltlücke
Klasse 2c: stark reduzierter Zahnbestand
Klasse 3: zahnloser Kiefer

3.1.3.2 Anzahl der Implantate pro Patient

Bei den 82 im Rahmen der vorliegenden Studie erfassten Patienten waren insgesamt 353 Implantate inseriert worden, was einer durchschnittlichen Implantatanzahl von 4,3 ± 3,3 pro Patient entspricht (Minimum: 1; Maximum: 18; Median: 4). Bei der Mehrheit der Patienten wurden 2 Implantate (22,4%), 4 Implantate (19,5%) oder 1 Implantat (15,9%) eingesetzt.

Die 353 Implantate waren zahlenmäßig nahezu gleichmäßig auf Ober- (49,0%) und Unterkiefer (51,0%) verteilt. Die mittlere Anzahl der Implantate pro Patient lag bei 2,1 ± 3,1 im Oberkiefer (Minimum: 0; Maximum: 9; Median: 0) und 2,2 ± 2,2 im Unterkiefer (Minimum: 0; Maximum: 9; Median: 2). Im Oberkiefer erhielten die meisten Patienten 1 (9,8%), 2 (9,8%) oder 8 Implantate (9,8%), im Unterkiefer wurden am häufigsten 2 Implantate (17,1%), 4 Implantate (15,9%) und 1 Implantat (13,4%) inseriert (Tab. 5).

Tab. 5: Anzahl der Implantate pro Patient (n = 82)

Anzahl der Implantate	Oberkiefer		Unterkiefer		Ober- und Unterkiefer	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
0	43	52,4	28	34,1	0	0,0
1	8	9,8	11	13,4	13	15,9
2	8	9,8	14	17,1	18	22,0
3	5	6,1	4	4,9	9	11,0
4	1	1,2	13	15,9	16	19,5
5	0	0,0	3	3,7	1	1,2
6	3	3,7	6	7,3	8	9,8
7	2	2,4	1	1,2	2	2,4
8	8	9,8	1	1,2	8	9,8
9	4	4,9	1,2	0,0	3	3,7
15	0	0,0	0	0,0	1	1,2
18	0	0,0	0	0,0	1	1,2
Gesamt	82	100,0	82	100,0	82	100,0

3.1.3.3 Implantatlokalisation

Abb. 3 gibt einen Überblick über die Lokalisation der 353 Implantate unterschieden nach Ober- und Unterkiefer. Während im Oberkiefer die zweiten Prämolaren (n = 33), die ersten Molaren (n = 29) und die mittleren Inzisiven (n = 28) häufige Implantatlokalisationen darstellten, wurden im Unterkiefer die seitlichen Inzisiven (n = 34), die Eckzähne (n = 34) und die ersten Prämolaren (n = 30) am häufigsten durch Implantate ersetzt (Abb. 3).

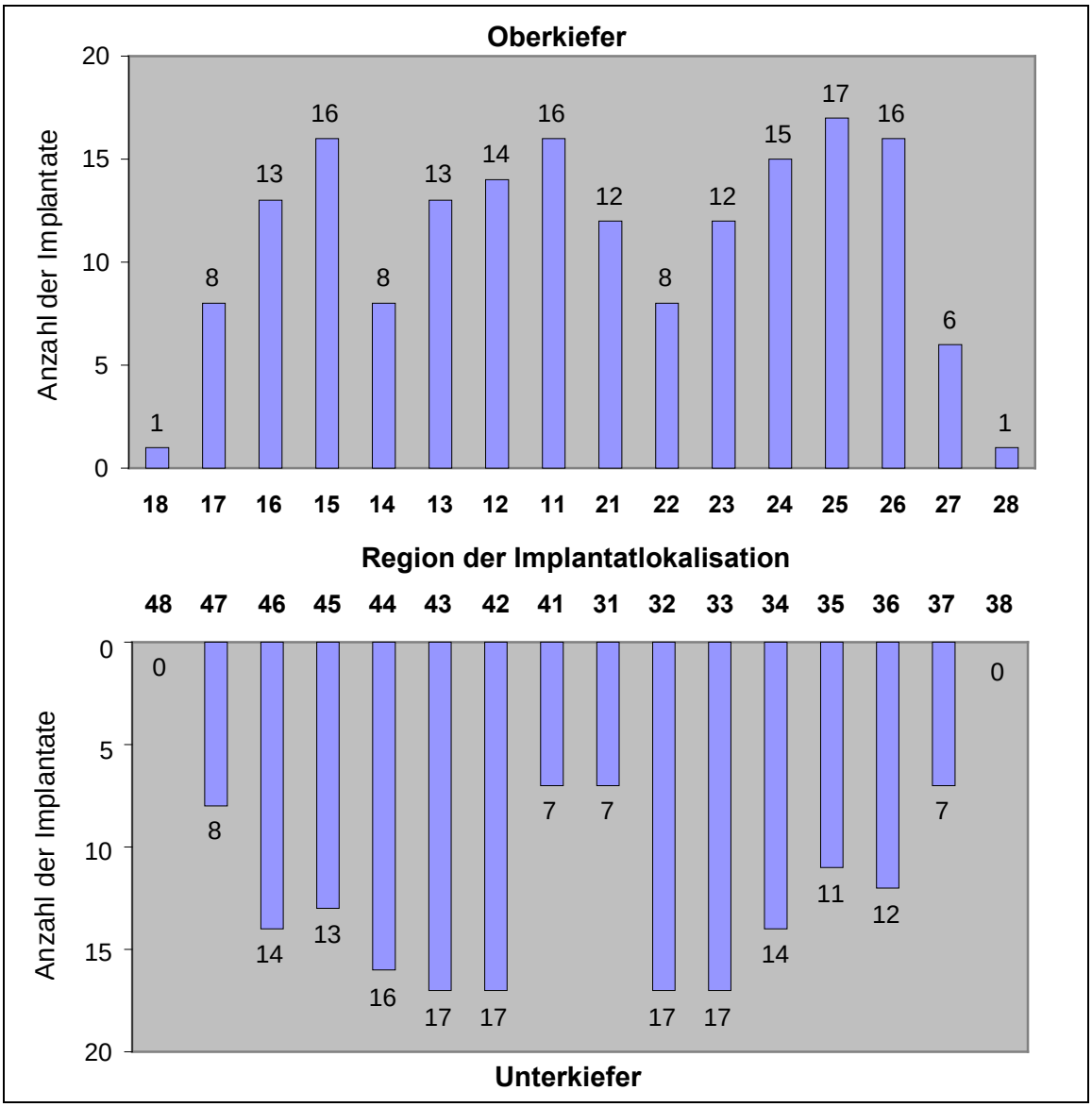

Abb. 3: Lokalisation der Implantate (n = 353)

3.1.3.4 Implantatsystem

In 46,7% der Fälle kamen ITI-Implantate von Straumann zum Einsatz, gefolgt von den Implantatsystemen Xive (Dentsply Friadent) mit einem Anteil von 25,8%, Frialit 2 (Dentsply Friadent) mit einem Anteil von 14,4% und Osseotite (3i) mit einem Anteil von 11,6%. Eine sehr untergeordnete Rolle spielten hingegen das Implantatsystem von Astra Tech (0,8%) sowie das Implantatsystem Ankylos (Dentsply Friadent) (0,6%) (Tab. 6).

Tab. 6: Art des Implantatsystems (n = 353)

Implantatsystem	Anzahl	Anteil [%]
ITI-Implantate (Straumann)	165	46,7
Xive (Dentsply Friadent)	91	25,8
Frialit 2 (Dentsply Friadent)	51	14,4
Osseotite (3i)	41	11,6
Astra (Astra Tech)	3	0,8
Ankylos (Dentsply Friadent)	2	0,6

3.1.3.5 Implantatdurchmesser

Der Durchmesser der im Untersuchungskollektiv verwendeten Implantate betrug durchschnittlich 4,0 $\pm$ 0,5 mm (Minimum: 3,25 mm; Maximum: 5,5 mm; Median: 4,1 mm).

Weitaus am häufigsten wurde ein Implantatdurchmesser von 4,1 mm gewählt (31,4%), gefolgt von Implantaten mit einem Durchmesser von 3,8 mm (14,4%), 4,5 mm (13,9%), 3,4 mm (11,3%) und 3,3 mm (11,0%) (Tab. 7).

Tab. 7: Implantatdurchmesser (n = 353)

Implantatdurchmesser [mm]	Anzahl	Anteil [%]
3,25	3	0,8
3,3	39	11,0
3,4	40	11,3
3,5	9	2,5
3,75	2	0,6
3,8	51	14,4
4,0	21	5,9
4,1	111	31,4
4,5	49	13,9
4,8	9	2,5
5,0	14	4,0
5,5	5	1,4

3.1.3.6 Implantatlänge

Die Länge der verwendeten Implantate betrug durchschnittlich 12,8 ± 1,6 mm (Minimum: 8 mm; Maximum: 17 mm; Median: 13 mm).

Sehr häufig fanden Implantatlängen von 12 mm (27,8%), 13 mm (25,5%) und 15 mm (17,8%) Verwendung, die insgesamt ca. 70% der angewandten Implantatlängen ausmachten (Tab. 8).

Tab. 8: Implantatlänge (n = 353)

Implantatlänge [mm]	Anzahl	Anteil [%]
8	5	1,4
9	1	0,3
9,5	2	0,6
10	20	5,7
11	22	6,2

Tab. 8 (Forts.): Implantatlänge (n = 353)

Implantatlänge [mm]	Anzahl	Anteil [%]
11,5	9	2,5
12	98	27,8
13	90	25,5
13,5	1	0,3
14	35	9,9
15	63	17,8
16	5	1,4
17	2	0,6

3.1.3.7 Art der Einheilung

Die Einheilung der Implantate erfolgte in 80,5% der Fälle gedeckt und in 19,5% offen (Abb. 4).

Die Zeitdauer zwischen Implantation und Eröffnung der gedeckten Implantate betrug durchschnittlich 6 ± 1 Monate (Minimum: 2 Monate; Maximum: 8 Monate; Median: 6 Monate).

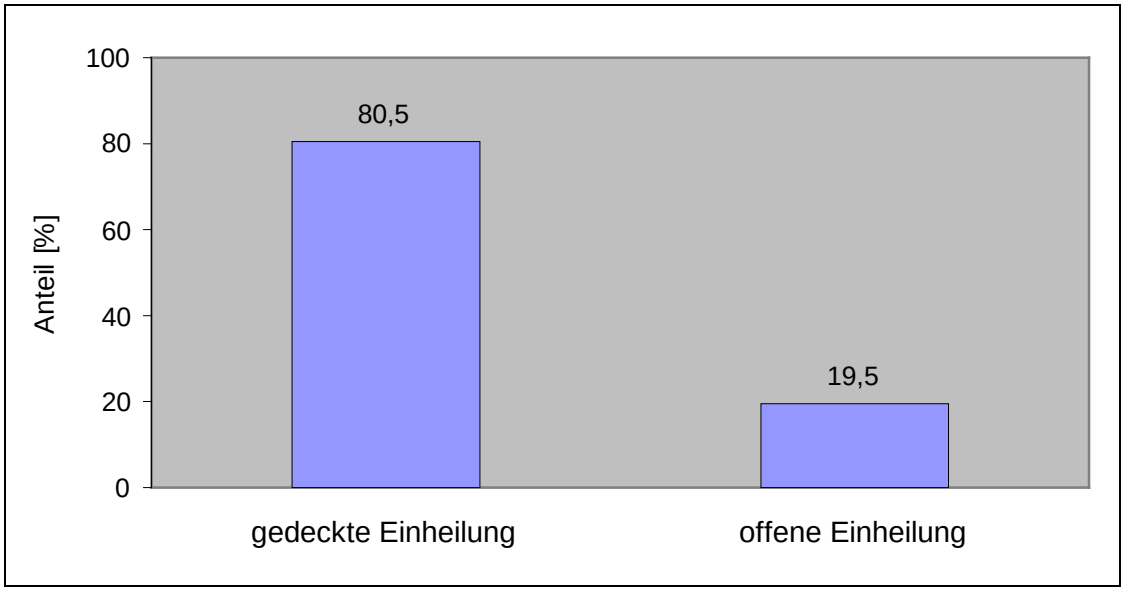

Abb. 4: Art der Implantateinheilung (n = 353)

3.1.3.8 Einheilungszeit

Die mittlere Einheilungszeit der Implantate bis zur Belastung lag bei 9 ± 3 Monaten (Minimum: 2 Monate; Maximum: 22 Monate; Median: 8 Monate). Am häufigsten waren Einheilungszeiten von 9 Monaten (19,3%), 11 Monaten (17,8%), 8 Monaten (15,9%) und 12 Monaten (12,7%) dokumentiert (Tab. 9).

Tab. 9: Einheilungszeit der Implantate (n = 353)

Einheilungszeit [Monate]	Anzahl	Anteil [%]
bis 2	4	1,1
4	3	0,8
5	10	2,8
6	25	7,1
7	43	1,2
8	56	15,9
9	68	19,3
10	16	4,5
11	63	17,8
12	45	12,7
14	3	0,8
16	3	0,8
17	10	2,8
22	4	1,1

3.1.3.9 Implantaterfolg

Die Beurteilung des Implantaterfolges wurde anhand der in Tab. 1 (S. 12) dargestellten Kriterien vorgenommen. Bei 7 der 353 Implantate lag ein Implantatmisserfolg vor, was einer Misserfolgsrate von 2,0% entspricht. Im Einzelnen

handelt es sich um 4 Implantatlockerungen und um 3 Fälle einer Periimplantitis.

Die 7 Implantatmisserfolge entfielen auf 4 Patienten: Zwei Patienten wiesen je zwei Implantatlockerungen auf, bei einem weiteren Patienten war an zwei Implantaten eine Periimplantitis aufgetreten. Der vierte von einem Implantatmisserfolg betroffene Patient hatte ebenfalls an einem Implantat eine Periimplantitis entwickelt. Die Implantatmisserfolge waren nach einem Zeitraum von 17 Monaten (Patientin Nr. 4) bis 68 Monaten (Patient Nr. 3) aufgetreten.

Bei 3 Patienten lag eine Augmentation als Risikofaktor vor, wobei 2 dieser 3 Patienten einen weiteren Risikofaktor aufwiesen (Herz-Kreislauf-Erkrankung, Bruxismus). Patient Nr. 4 litt an einer Herz-Kreislauf-Erkrankung und an Rheuma (Tab. 10).

Tab. 10: Übersicht der Implantatmisserfolge

Patient	Alter, Geschlecht	Implantat-lokalisation	Verweildauer [Monate]	Grund des Misserfolgs	Risikofaktoren
Nr. 1	26, weiblich	12	64	Implantat-lockerung	Augmentation
		26	64	Implantat-lockerung	Augmentation
Nr. 2	60, männlich	14	64	Implantat-lockerung	Augmentation, Herz-Kreislauf-Erkrankung
		26	64	Implantat-lockerung	Augmentation, Herz-Kreislauf-Erkrankung
Nr. 3	60, männlich	46	68	Periimplantitis	Augmentation, Bruxismus
		47	68	Periimplantitis	Augmentation, Bruxismus
Nr. 4	72, weiblich	33	17	Periimplantitis	Herz-Kreislauf-Erkrankung, Rheuma

3.1.4 Restaurationsabhängige Faktoren

3.1.4.1 Art der prothetischen Versorgung

Eine implantatprothetische Versorgung des Oberkiefers wurde bei 39 Patienten durchgeführt, im Unterkiefer waren 54 Patienten betroffen.

Die Art der prothetischen Versorgung unterschied sich im Vergleich von Ober- und Unterkiefer kaum. Einzelkronen machten 20,5% bzw. 20,4% der Restaurationen in Ober- und Unterkiefer aus und Brücken wurden mit einer Häufigkeit von 10,3% bzw. 7,4% eingesetzt. Der Großteil der Patienten wurde jedoch im Oberkiefer (69,2%) wie auch im Unterkiefer (72,2%) mit abnehmbarem Zahnersatz versorgt (Tab. 11).

Tab. 11: Art der prothetischen Versorgung in Ober- (n = 39) und Unterkiefer (n = 54)

Art der prothetischen Versorgung	Oberkiefer		Unterkiefer	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Einzelkronen	8	20,5	11	20,4
Brücke	4	10,3	4	7,4
Abnehmbarer Zahnersatz	27	69,2	39	72,2
Gesamt	39	100,0	54	100,0

3.1.4.2 Art der provisorischen Versorgung

Knapp die Hälfte der Patienten (46,2%) wurde während der Einheilungsphase im Oberkiefer mit einer rein gingival getragenen Interimsprothese provisorisch versorgt, im Unterkiefer lag der Anteil deutlich niedriger (1,9%). Dagegen dominierten im Unterkiefer mit einer Häufigkeit von 77,8% dental-gingival gelagerte Interimsversorgungen, während ihr Anteil im Oberkiefer nur bei 33,3% lag. Eine

stabil dental gelagerte Interimsversorgung während der Einheilungsphase war im Oberkiefer in 20,5% der Fälle und im Unterkiefer in 20,4% der Fälle möglich (Tab. 12).

Tab. 12: Art der provisorischen Versorgung in Ober- (n = 39) und Unterkiefer (n = 54) während der Einheilungsphase

Art der provisorischen Versorgung	Oberkiefer		Unterkiefer	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Stabil dental gelagerte Interims-versorgung	8	20,5	11	20,4
Dental-gingival gelagerte Interims-versorgung	13	33,3	42	77,8
Rein gingival gelagerte Interims-versorgung	18	46,2	1	1,9
Gesamt	39	100,0	54	100,0

3.2 Verweildaueranalyse

3.2.1 Patientenbezogene Auswertung

Bei der patientenbezogenen Auswertung des Implantaterfolgs ging nur ein jeweils zufällig ausgewähltes Implantat pro Patient in die Auswertung ein. Die ermittelte Verweildauer dieser 82 Implantate betrug durchschnittlich 34,7 $\pm$ 18,6 Monate (Minimum: 10 Monate; Maximum: 91 Monate; Median: 33 Monate).

Unter den 82 zufällig ausgewählten Implantaten war ein Misserfolg zu verzeichnen, wobei es sich um eine Periimplantitis handelte. Dies entspricht einer patientenbezogenen Misserfolgsrate von 1,2%. Die kumulierte 1-Jahres-Erfolgsrate lag bei 100%, nach 5 Jahren betrug der entsprechende Wert in der patientenbezogenen Auswertung 98,5% (Abb. 5).

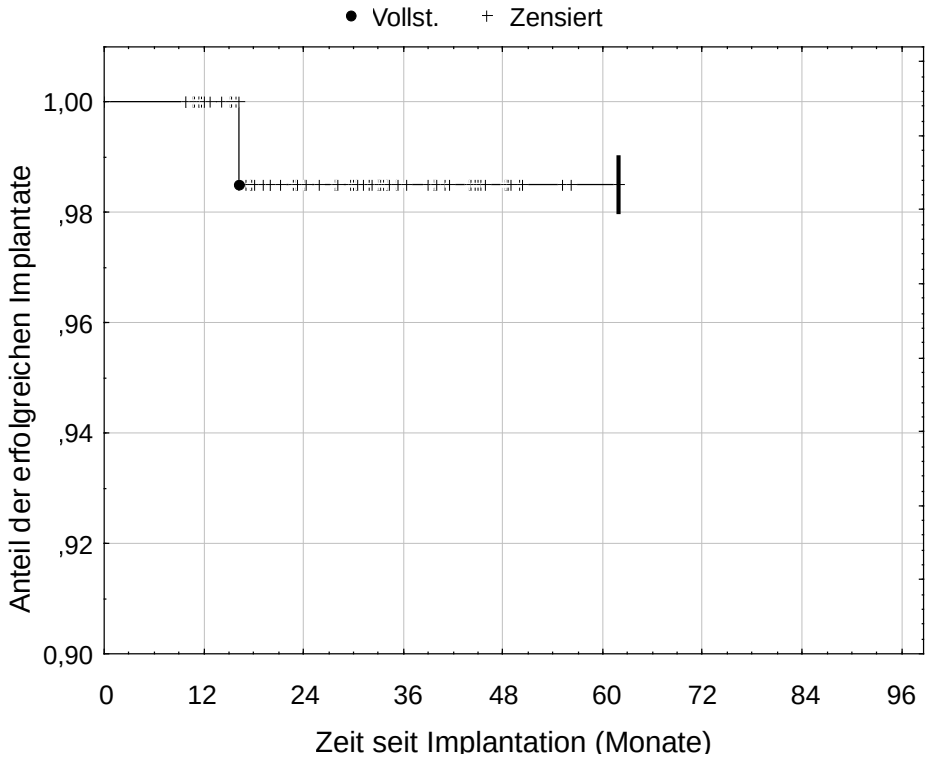

Abb. 5: Patientenbezogene Auswertung (n = 82; je ein zufällig ausgewähltes Implantat pro Patient): Anteil erfolgreicher Implantate in Abhängigkeit von der Zeit (senkrechte Markierung = Abbruch der Darstellung bei weniger als 10 noch in der Analyse befindlichen Fällen)

3.2.2 Implantatbezogene Auswertung

Bei der implantatbezogenen Auswertung wurden alle 353 Implantate berücksichtigt. Die mittlere Verweildauer der Implantate lag bei 37 ± 19 Monaten (Minimum: 10 Monate; Maximum: 91 Monate; Median: 34 Monate).

Bei Berücksichtigung aller erfassten Implantate war in 7 von 353 Fällen ein Implantatmisserfolg aufgetreten, was einer implantatbezogenen Misserfolgsrate von 2,0% entspricht. Die kumulierte 1-Jahres-Erfolgsrate lag bei 100%, nach 5 Jahren betrug der entsprechende Wert in der implantatbezogenen Auswertung 99,7%. Nach diesem 5-Jahres-Zeitraum war allerdings ein deutlicher Rückgang der kumulierten Implantaterfolgsrate auf etwa 84% zu verzeichnen (Abb. 6).

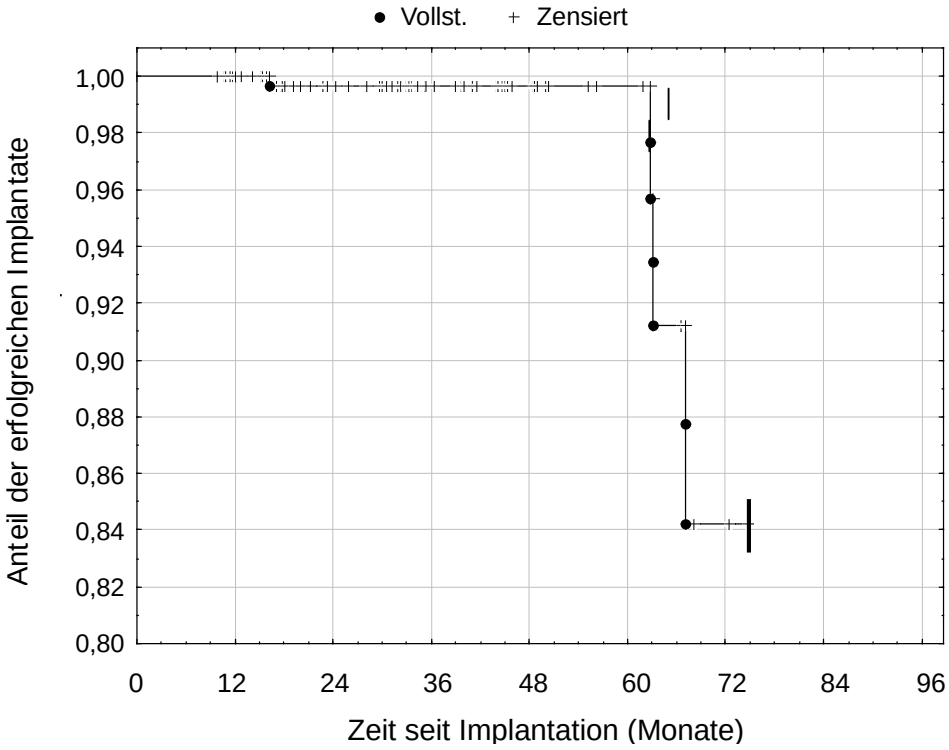

Abb. 6: Implantatbezogene Auswertung (n = 353): Anteil erfolgreicher Implantate in Abhängigkeit von der Zeit (senkrechte Markierung = Abbruch der Darstellung bei weniger als 10 noch in der Analyse befindlichen Fällen)

3.2.3 Restaurationsbezogene Auswertung

Bei der restaurationsbezogenen Auswertung wurde jeweils die Gesamtheit der Implantatpfeiler betrachtet, auf denen eine Restauration basierte. Eine Restauration wurde als Misserfolg eingestuft, wenn nicht alle im Rahmen der prothetischen Versorgung des Patienten inserierten Implantate intakt waren. Die Verweildauer der 82 Restaurationen belief sich auf durchschnittlich 35 ± 19 Monate (Minimum: 10 Monate; Maximum: 91 Monate; Median: 33 Monate).

Unter Berücksichtigung der zugrundegelegten Definition für den Erfolg einer Restauration mussten 4 der 82 Restaurationen als Misserfolg gewertet werden. Die restaurationsbezogene Misserfolgsrate liegt demnach bei 4,9%. Die kumulierte 1-Jahres-Erfolgsrate der prothetischen Restaurationen betrug 100%, nach 5 Jahren lag der Wert bei ca. 98%. Nach diesem 5-Jahres-Zeitraum fiel

die kumulierte Erfolgswahrscheinlichkeit der Restaurationen auf ca. 64% ab (Abb. 7).

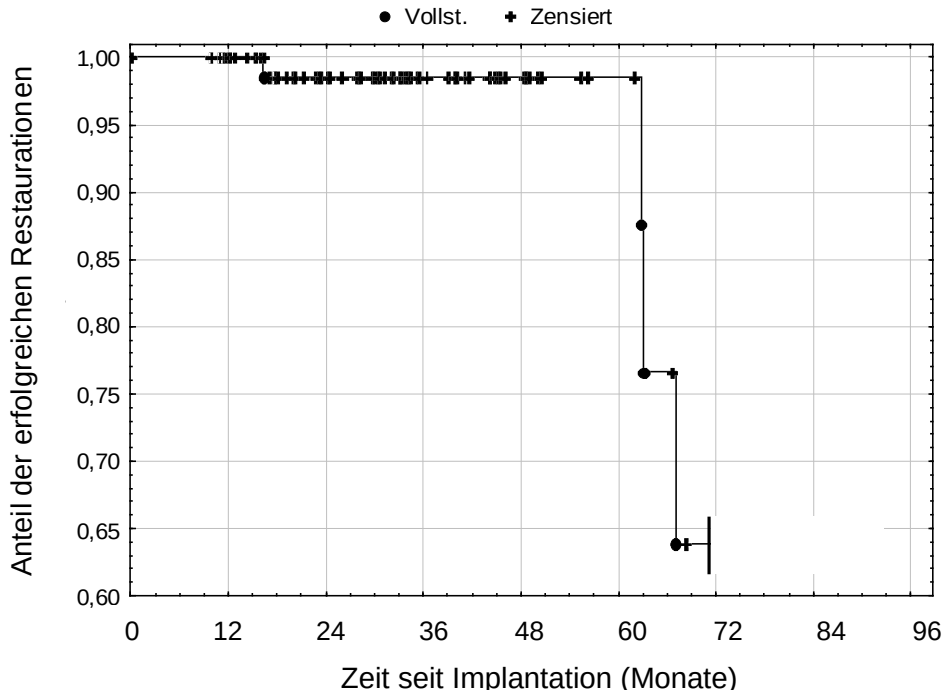

Abb. 7: Restaurationsbezogene Auswertung (n = 82): Anteil erfolgreicher Restaurationen in Abhängigkeit von der Zeit (senkrechte Markierung = Abbruch der Darstellung bei weniger als 10 noch in der Analyse befindlichen Fällen)

3.3 Einflussfaktoren auf den Implantaterfolg

3.3.1 Patientenbezogene Auswertung

Eine Untersuchung von Einflussfaktoren auf den Implantaterfolg war im Rahmen der patientenbezogenen Auswertung nicht möglich, da sich unter den zufällig ausgewählten Implantaten nur ein Misserfolg befand.

3.3.2 Implantatbezogene Auswertung

Bei der implantatbezogenen Untersuchung der Einflüsse auf den Implantaterfolg wurden nur Faktoren berücksichtigt, bei denen jede Subgruppe mit mindestens 5 Fällen besetzt war. Im Einzelnen konnte der Einfluss folgender Faktoren auf den Erfolg der 353 Implantate untersucht werden:

Risikofaktoren

- Vorliegen einer Allgemeinerkrankung
- Herz-Kreislauf-Erkrankungen
- Allergien
- Rheuma/Arthritis
- Diabetes
- Asthma
- Z.n. Radiatio
- Zigarettenrauchen
- Xerostomie
- Bruxismus
- Augmentation

Patientenabhängige Faktoren

- Alter
- Geschlecht

Implantatabhängige Faktoren

- Implantatlokalisation OK/UK
- Implantatdurchmesser
- Implantatlänge
- Art der Einheilung
- Einheilungszeit

Restaurationsabhängige Faktoren

- Art der prothetischen Versorgung
- Art der provisorischen Versorgung

3.3.2.1 Unifaktorielle Auswertung

In der unifaktoriellen Auswertung konnte ein statistisch signifikanter Einfluss für die Faktoren Allergien ($p = 0,042$), Bruxismus ($p = 0,027$) und Implantatdurchmesser ($p = 0,037$) nachgewiesen werden. Als nur knapp nicht statistisch signifikant erwies sich der Einfluss der Implantatlokalisation in Ober- bzw. Unterkiefer ($p = 0,082$).

Die Ergebnisse der unifaktoriellen Auswertung sind in Tab. 10 zusammengefasst.

In den Abbildungen 9 bis 12 werden die Einflüsse der statistisch signifikanten oder nur knapp nicht signifikanten Faktoren auf den Implantaterfolg zusätzlich graphisch dargestellt und erläutert.

Tab. 10: Einflussfaktoren auf den Erfolg der 353 Implantate

Einflussfaktoren	p-Wert	signifikanter Einfluss ja/nein	Beschreibung des signifikanten Einflusses
Risikofaktoren			
Vorliegen einer Allgemein-erkrankung	0,751	nein	
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	0,794	nein	
Allergien	0,042	**ja**	Kumulierte Erfolgsrate nach ca. 6 Jahren: Allergie „nein“ 77% vs. Allergie „ja“ 100%
Rheuma/Arthritis	0,636	nein	
Diabetes	0,924	nein	
Asthma	0,153	nein	
Z.n. Radiatio	0,958	nein	
Zigarettenrauchen	0,488	nein	
Xerostomie	0,404	nein	
Bruxismus	0,027	**ja**	Kumulierte Erfolgsrate nach ca. 6 Jahren: Bruxismus „nein“ 94% vs. Bruxismus „ja“ 66%
Augmentation	0,807	nein	
Patientenabhängige Faktoren			
Alter	0,561	nein	
Geschlecht	0,265	nein	

Tab. 10 (Forts.): Einflussfaktoren auf den Erfolg der 353 Implantate

Einflussfaktoren	p-Wert	signifikanter Einfluss ja/nein	Beschreibung des signifikanten Einflusses
Implantatabhängige Faktoren			
Implantatlokalisation OK/UK	0,082	**knapp nicht signifikant**	Kumulierte Überlebensrate nach ca. 6 Jahren: Oberkiefer 68% vs. Unterkiefer 91%
Implantatdurchmesser	0,037	**ja**	Kumulierte Überlebensrate nach ca. 6 Jahren: ∅ 3,5 mm 94% vs. ∅ 5,0 mm 70%
Implantatlänge	0,431	nein	
Art der Einheilung	0,844	nein	
Einheilungszeit	0,232	nein	
Restaurationsabhängige Faktoren			
Art der prothetischen Versorgung	0,345	nein	
Art der provisorischen Versorgung	0,256	nein	

- Allergie

Implantate von Patienten, die in Ihrer Anamnese das Vorliegen einer Allergie angaben, waren während des gesamten Beobachtungszeitraums statistisch signifikant häufiger erfolgreich (p = 0,042) als Implantate von Patienten ohne allergischer Anamnese (kumulierte Erfolgsrate nach ca. 6 Jahren: 100% vs. 77%) (Abb. 8).

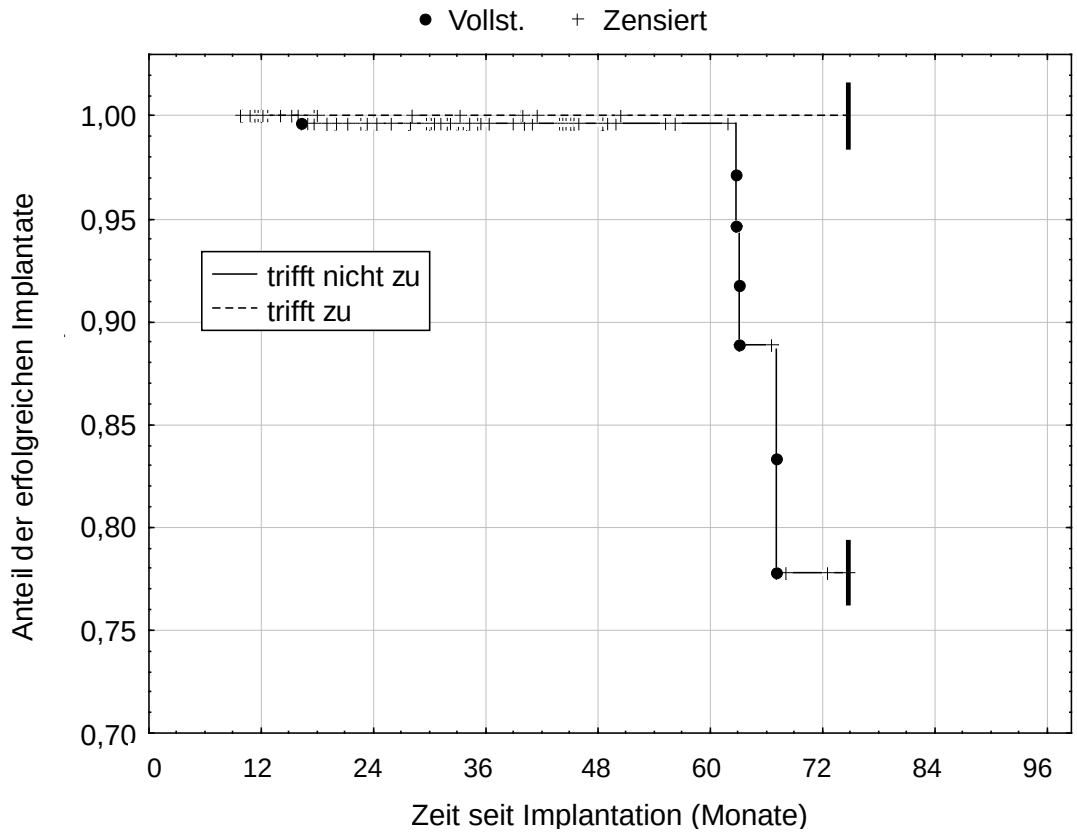

Abb. 8: Implantatbezogene Auswertung: Anteil erfolgreicher Implantate in Abhängigkeit von der Zeit bei Patienten **mit und ohne allergische Allergien** (senkrechte Markierung = Abbruch der Darstellung bei weniger als 10 noch in der Analyse befindlichen Fällen)

- Bruxismus

Bei Implantaten von Patienten mit Bruxismus war eine signifikant niedrigere Erfolgsrate nachweisbar (p = 0,027) als wenn kein Bruxismus vorlag. In der Implantatgruppe mit Bruxismus betrug die kumulierte Implantaterfolgsrate nach etwa 6 Jahren 66%, in der Gruppe ohne Bruxismus lag die 6-Jahres-Erfolgsrate bei 94% (Abb. 9).

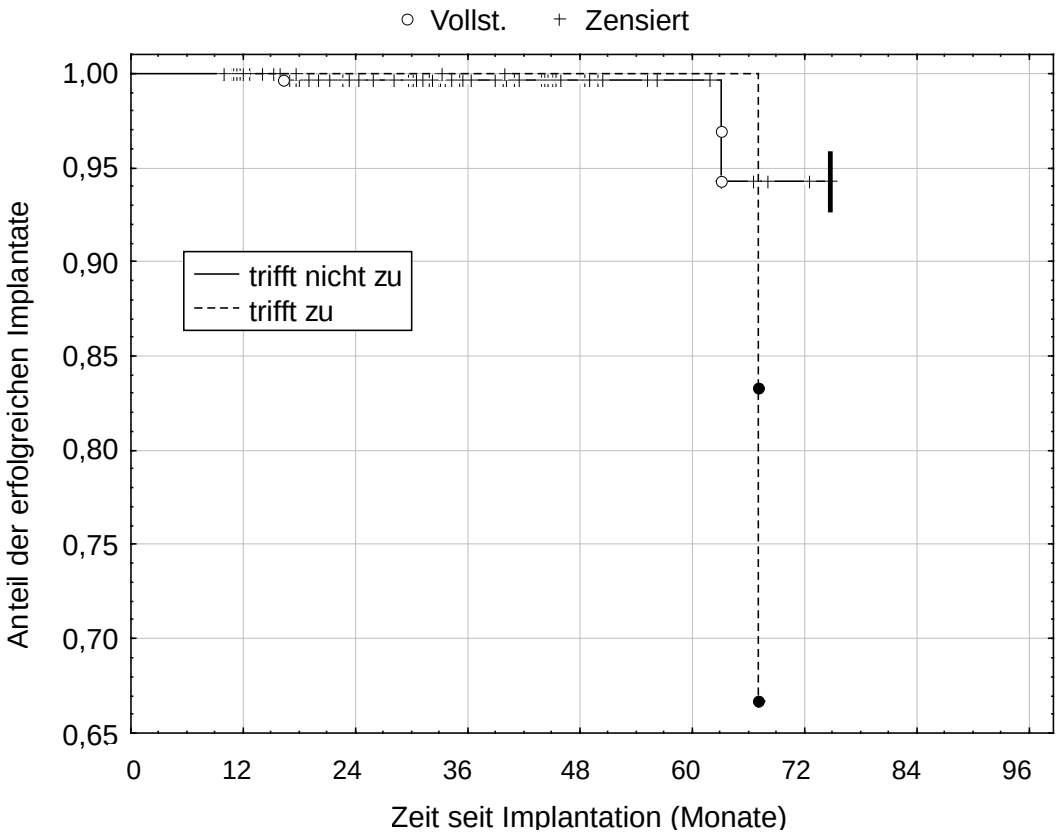

Abb. 9: Implantatbezogene Auswertung: Anteil erfolgreicher Implantate in Abhängigkeit von der Zeit bei Patienten **mit und ohne Bruxismus** (senkrechte Markierung = Abbruch der Darstellung bei weniger als 10 noch in der Analyse befindlichen Fällen)

- Implantatlokalisation OK/UK

Der Einfluss des Faktors „Implantatlokalisation OK/UK“ war nur knapp nicht statistisch signifikant (p = 0,082). Im Oberkiefer lokalisierte Implantate wiesen nach ca. 6 Jahren eine kumulierte Erfolgsrate von 68% auf im Vergleich zu einem Anteil von 91% bei einer Implantatlokalisation im Unterkiefer (Abb. 10).

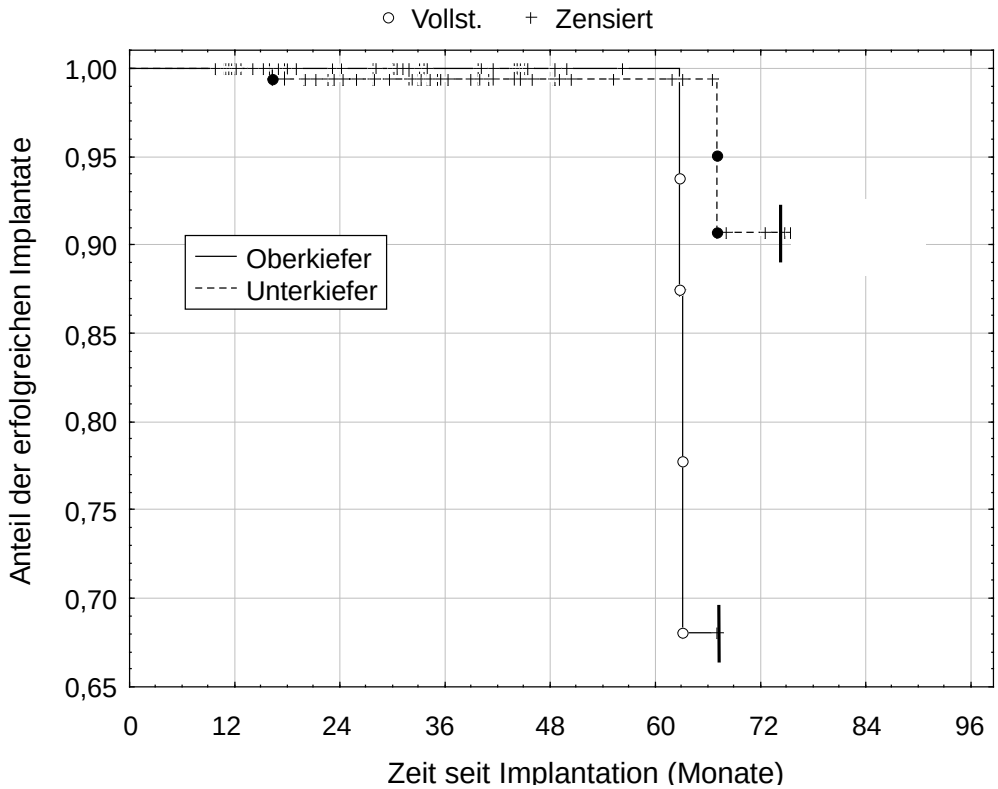

Abb. 10: Implantatbezogene Auswertung: Anteil erfolgreicher Implantate in Abhängigkeit von der Zeit bei einen **Implantatlokalisation im Oberkiefer bzw. Unterkiefer** (senkrechte Markierung = Abbruch der Darstellung bei weniger als 10 noch in der Analyse befindlichen Fällen)

- Implantatdurchmesser

Bei der Untersuchung des Einflusses des Implantatdurchmessers wurde die kumulierte Erfolgsrate beispielhaft für die Durchmesser von 3,5 mm und 5,0 mm ermittelt. Diese betrug nach 6 Jahren 94% für den kleineren Durchmesser und 70% für den größeren Durchmesser. Der Unterschied war statistisch signifikant (p = 0,037) (Abb. 11).

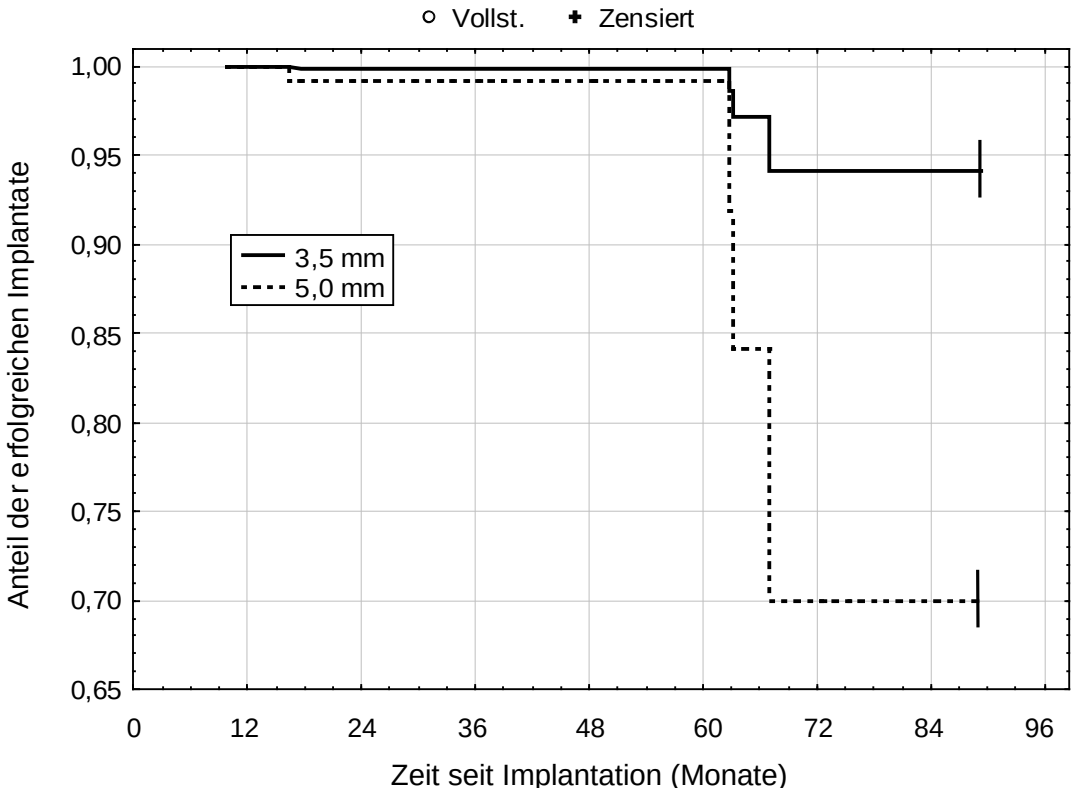

Abb. 11: Implantatbezogene Auswertung: Anteil erfolgreicher Implantate in Abhängigkeit von der Zeit bei einen **Implantatdurchmesser von 3,5 mm und 5,0 mm** (senkrechte Markierung = Abbruch der Darstellung bei weniger als 10 noch in der Analyse befindlichen Fällen)

3.3.2.2 Multifaktorielle Auswertung

Die folgende Tabelle 11 enthält das Ergebnis der multifaktoriellen Analyse mit den drei unifaktoriell statistisch signifikanten bzw. tendenziell signifikanten Faktoren. Ein statistisch signifikanter Einfluss von Allergie, Bruxismus und Implantatlokalisation OK/UK auf den Implantaterfolg konnte nicht nachgewiesen werden (alle $p > 0,05$).

Nur knapp nicht signifikant war in der multifaktoriellen Auswertung hingegen der Einfluss des Implantatdurchmessers ($p = 0,055$).

Die Ergebnisse sind insgesamt allerdings als sehr unsicher zu bewerten, da in der Gruppe mit Allergie kein einziger Fall von Implantatversagen zu verzeichnen war. In diesem Fall liefert die Cox-Regression wenig aussagekräftige Resultate.

Tab. 11: Implantatbezogene Auswertung: Cox-Regression zum Einfluss der Faktoren Allergie, Bruxismus, Implantatlokalisation OK/UK und Implantatdurchmesser auf den Implantaterfolg

Abhängige Variable: Implantatverweildauer Chi² = 7,78514 FG = 4 p = ,09980						
Faktor	**Beta**	**Standard Fehler**	**t-Wert**	**Exponent Beta**	**Wald Statist.**	**p**
Allergie	-35,8649	51676140	-0,000001	0,000000	0,000000	1,000000
Bruxismus	0,2314	1	0,201493	1,260362	0,040599	0,840315
Implantat-lokalisation OK/UK	-0,4547	1	-0,474386	0,634607	0,225042	0,635228
Implantat-durchmesser	1,3484	1	1,916458	3,851373	3,672813	0,055316

3.3.3 Restaurationsbezogene Auswertung

Bei der restaurationsbezogenen Auswertung erfüllten folgende Faktoren die Vorgabe, dass jede Subgruppe mit mindestens fünf Fällen besetzt sein muss:

Risikofaktoren

- Vorliegen einer Allgemeinerkrankung
- Zigarettenrauchen
- Bruxismus
- Augmentation

Patientenabhängige Faktoren

- Alter
- Geschlecht

Implantatabhängige Faktoren

- Implantatlokalisation Ok/UK
- Anzahl der Implantate pro Patient
- Art der Einheilung
- Einheilungszeit

Restaurationsabhängige Faktoren

- Art der prothetischen Versorgung
- Art der provisorischen Versorgung

3.3.3.1 Unifaktorielle Auswertung

In der unifaktoriellen Auswertung konnte für keinen der untersuchten Faktoren ein signifikanter Einfluss auf den Erfolg der Restauration nachgewiesen werden. Die Ergebnisse sind in Tab. 12 zusammengefasst.

Tab. 12: Einflussfaktoren auf den Erfolg der 82 Restaurationen

Einflussfaktoren	p-Wert	signifikanter Einfluss ja/nein	Beschreibung des signifikanten Einflusses
Risikofaktoren			
Vorliegen einer Allgemein-erkrankung	0,822	nein	---
Zigarettenrauchen	0,559	nein	---
Bruxismus	0,148	nein	---
Augmentation	0,925	nein	---
Patientenabhängige Faktoren			
Alter	0,805	nein	---
Geschlecht	0,583	nein	---
Implantatabhängige Faktoren			
Implantatlokalisation OK/UK	0,237	nein	---
Anzahl der Implantate pro Patient	0,226	nein	---
Art der Einheilung	0,359	nein	---
Einheilungszeit	0,257	nein	---
Restaurationsabhängige Faktoren			
Art der prothetischen Versorgung	0,289	nein	---
Art der provisorischen Versorgung	0,110	nein	---

3.3.3.2 Multifaktorielle Auswertung

Da sich in der unifaktoriellen Analyse kein einziger statistisch signifikanter Einflussfaktor gezeigt hatte, war die Durchführung einer multifaktoriellen Auswertung unter Berücksichtigung aller Restaurationen hier nicht möglich.

4 Diskussion

4.1 Charakterisierung des Patientenkollektivs

- Risikokollektiv

Bei den in der vorliegenden Studie berücksichtigten Patienten lag mindestens ein Risikofaktor vor, wobei Besonderheiten in der allgemeinmedizinischen Anamnese, intraorale Besonderheiten und die Durchführung einer Augmentation als Risikofaktoren definiert waren. Bei etwa der Hälfte der Patienten lag mehr als ein Risikofaktor vor.

Als einer der Gründe für die generelle Zunahme von Implantatversorgungen wird der Fortschritt auf dem Gebiet der Augmentationstechniken angesehen. Noch vor 15 Jahren stellten horizontale und/oder vertikale Knochendefizite eine Kontraindikation für eine Implantatbehandlung dar. Heute stehen verschiedene Operationstechniken zur Korrektur lokaler Knochendefizite zur Verfügung, wovon im vorliegenden Patientenkollektiv allein in 47,6% der Fälle Gebrauch gemacht wurde.

73,2% der Patienten hatten mindestens eine Besonderheit in ihrer allgemeinmedizinischen Anamnese aufzuweisen. Am häufigsten verbreitet waren Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems (32,9%), Zigarettenrauchen (18,3%) und Allergien (15,9%). Bei 19,5% lagen intraorale Besonderheiten vor (Xerostomie, Bruxismus, Dysgnathie).

Die deskriptive Auswertung des vorliegenden implantatprothetisch versorgten Patientenkollektivs bestätigte darüber hinaus die in der Literatur beschriebenen Trends:

- Verschiebung der Altersgrenze nach oben

Das Patientenalter umfasste in der vorliegenden Untersuchung eine Spanne von 16 bis 77 Jahren, wobei der Durchschnitt bei 48,1 ± 16,8 Jahren lag. Die Altersgruppe der 60- bis 69-jährigen war mit einem Anteil von 33,3% bei den Männern und 28,8% bei den Frauen am häufigsten vertreten. Dies erstaunt nicht, handelt es sich doch hier um eine Altersgruppe, die während der Schulzeit noch nicht von der Fluorprophylaxe profitierte und deshalb in einem hohen Prozentsatz Füllungen sowie Kronen und Brücken aufweist. Bei dieser Generation von Patienten, die in den letzten 30 Jahren mehrheitlich zu einem gewissen Wohlstand gekommen ist, hat sich dank der heute weit verbreiteten prophylaxeorientierten Zahnmedizin das Zahnbewusstsein dahingehend entwickelt, dass festsitzender und ästhetischer Zahnersatz heute einen viel höheren Stellenwert genießen als vor 20 Jahren (SULZER et al. 2004). In den 1980er Jahren waren es in erster Linie Patienten im Alter von unter 40 Jahren, die unbedingt festsitzenden Zahnersatz wünschten. Diese Altersgrenze hat sich zwischenzeitlich um 20-30 Jahre nach oben verschoben. Neben dem gestiegenen Gesundheitsbewusstsein der Bevölkerung ist als weitere Ursache hier sicherlich auch der zunehmende Bekanntheitsgrad enossaler Implantate zu nennen.

- Zunahme teilbezahnter Fälle

Die teilbezahnten Patienten machten in der vorliegenden Untersuchung einen Anteil von 33,3% im Oberkiefer und von 77,7% im Unterkiefer aus. In 20,5% bzw. 20,4% der Fälle handelte es sich um einen Einzelzahnersatz, in 46,2% bzw. 1,9% um zahnlose Kiefer. Dies entspricht in etwa den Daten einer Langzeitstudie von BUSER et al. (1997) an drei Universitätszentren, wo das Verhältnis zwischen zahnlosen und teilbezahnten Patienten 40% zu 60% betrug. In einer Studie aus der Genfer Universitätsklinik entfielen von insgesamt 1352 eingesetzten Implantaten bereits 80% auf teilbezahnte Patienten (BERNARD et

al. 1996). In diesem Zusammenhang ist sicherlich zu berücksichtigen, dass den Universitätskliniken chirurgisch und ästhetisch komplexere Fälle zugewiesen werden, während weniger aufwendige Fälle, wie z.B. ein zahnloser Unterkiefer, von den niedergelassenen Zahnärzten häufig selber implantologisch versorgt werden.

4.2 Verweildaueranalyse

Seit der Festlegung eines standardisierten Bewertungsverfahrens durch die DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ZAHN-, MUND- und KIEFERHEILKUNDE (2000) gilt die sogenannte Lebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier, die auch in der vorliegenden Untersuchung zur Anwendung kam, als gültiges Rechenmodell zur Bestimmung des Implantaterfolges. Sogenannte Input-Output-Statistiken, d.h. eine Quotientenbildung aus allen Implantatmisserfolgen zu allen durchgeführten Implantationen, erlauben keinen repräsentativen Überblick, während Verweildaueranalysen die Erfolgsrate der untersuchten Implantatsysteme wesentlich aussagekräftiger ermitteln. Bei einer Verweildaueranalyse wird beim Eintreten eines Misserfolges die Zahl der zu diesem Zeitpunkt verloren gegangenen Implantate als Anteil aller zu demselben Zeitpunkt noch funktionstüchtigen Implantate berechnet. In verschiedenen Langzeitstudien konnte gezeigt werden, dass die tatsächlichen 5-Jahresraten den kumulierten 5-Jahresraten entsprachen (BUSER et al. 1997, RÄTZER KÜNZEL et al. 2002).

Zur Beurteilung des Implantaterfolgs wurden in der vorliegenden Untersuchung die von der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (NEUKAM 2000) definierten Erfolgskriterien in modifizierter Form angewendet, die auch von anderen Autoren in ähnlicher Form (z.B. SCHNITMAN und SHULMAN 1980, ALBREKTSSON et al. 1986, JAHN und D´HOEDT 1992, BUSER et al. 1997) beschrieben wurden. Die Modifikation der Version von

NEUKAM (2000) bestand darin, dass ein Implantat in der vorliegenden Studie als Erfolg eingestuft wurde, wenn keines der folgenden Kriterien vorlag: keine subjektiven Beschwerden, keine Periimplantitis und keine Implantatlockerung. Grund für die Modifikation war die Tatsache, dass aufgrund des retrospektiven Studiendesigns eine Beurteilung der periimplantären Osteolyse am Endpunkt des Beobachtungszeitraums in der Regel nicht möglich war, da nach Eingliederung der prothetischen Versorgung keine routinemäßige Röntgenuntersuchung mehr durchgeführt wurde. Röntgenaufnahmen zur Kontrolle des Implantaterfolgs waren lediglich vor der Durchführung der implantatprothetischen Versorgung bei allen Patienten angefertigt worden.

Ein Vergleich verschiedener Studienergebnisse miteinander ist in der Implantologie besonders schwierig. Neben den verschiedenen möglichen Definitionen eines Implantaterfolgs gibt es auch Abweichungen hinsichtlich der Zusammensetzung der Untersuchungskollektive (z.B. Alter, Indikation), der zugrundeliegenden Ein- und Ausschlusskriterien (z.B. Diabetes, Z.n. Radiatio), der verwendeten Implantate (z.B. Implantatsystem, -länge, -durchmesser) sowie der prothetischen Versorgungen (z.B. Einzelkrone, herausnehmbarer Zahnersatz) (ECKERT et al. 2003). Aus diesem Grund hat die in Tabelle 13 dargestellte Literaturübersicht nur orientierenden Charakter. Da in der Mehrheit der publizierten Studien die Anzahl der sich noch in situ befindlichen Implantate die Zielgröße darstellt, waren nur wenige Untersuchungen für einen Vergleich mit den Ergebnissen des Gießener Patientenkollektivs geeignet. Ebensowenig konnten in der Literatur Studien ermittelt werden, in die ausschließlich Risikopatienten eingeschlossen waren.

Tab. 13: Literaturübersicht: Kumulierte Implantaterfolgsraten

Autor	Anzahl der Patienten/ Implantate	Beobachtungs-zeitraum	kumulierte Erfolgsrate
Patientenbezogene Auswertung (durch zufällige Auswahl eines Implantates)			
HERRMANN et al. 2005	-- / 487	5 Jahre	5 Jahre: 92,4%
EIGENE STUDIE	82 / 353	10-90 Monate	1 Jahr: 100% 5 Jahre: 98,5%
Implantatbezogene Auswertung			
BUSER et al. 1997	1003 / 2359	bis zu 8 Jahre	8 Jahre: 93,3%
HAHN und VASSOS 1997	154 / 316	bis 85 Monate	6 Jahre: 97,8%
DE LEONARDIS et al. 1999	63 / 100	5 Jahre	5 Jahre: 98%
WEBER et al. 2000	-- / 112	5 Jahre	5 Jahre: 99,1% 6 Jahre: 95,5%
DAVARPANAH et al. 2001	142 / 413	3 Jahre	3 Jahre: 95,3%
TESTORI et al. 2001	181 / 355	4 Jahre	4 Jahre: 98,7%
WEIBRICH et al. 2001	68 / 191	4,5 Jahre	4,5 Jahre: 91%
RÄTZER KÜNZEL et al. 2002	191 / 468	5-10 Jahre	1 Jahr: 99,4% 5 Jahre: 96,4%
WILLER et al. 2002	-- / 510	1-12 Jahre	1 Jahr: 98% 5 Jahre: 93% 10 Jahre: 79%
BESCHNIDT et al. 2003	76 / 214	5 Jahre	5 Jahre: 88%
FERRIGNO et al. 2006	323 / 588	12-144 Monate	12 Jahre: 90,8%
EIGENE STUDIE	82 / 353	10-90 Monate	1 Jahr: 100% 5 Jahre: 99,7% 6 Jahre: 84%
Restaurationsbezogene Auswertung			
FRIBERG et al. 1997	103 / 563	5 Jahre	5 Jahre: 97%
EIGENE STUDIE	82 / 353	10-90 Monate	1 Jahr: 100% 5 Jahre: 98% 6 Jahre: 64%

Innerhalb des Beobachtungszeitraums von durchschnittlich 34,7 ± 18,6 Monaten wurden im vorliegenden Risikokollektiv bei 82 Patienten mit 353 Implantaten 7 Implantatmisserfolge registriert. In der patientenbezogenen Auswertung befand sich unter den 82 zufällig ausgewählten Implantaten ein Misserfolg (1,2%) in Form einer Periimplantitis. Die kumulierte 1-Jahres-Erfolgsrate lag bei 100%, nach 5 Jahren betrug der entsprechende Wert 98,5%. Eine patientenbezogene Auswertung des Implantaterfolgs wurde auch von HERRMANN et al. (2005) durchgeführt, der nach 5 Jahren eine kumulierte Erfolgsrate von 92,4% ermittelte.

Implantatbezogene Statistiken, die nicht nur eines von mehreren, sondern alle gesetzten Implantate eines Patienten berücksichtigen, liefern vergleichsweise geringere Misserfolgsraten (NEUKAM 2000). Dies war auch in der vorliegenden Studie der Fall. Bei Berücksichtigung aller im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfassten Implantate lag die kumulierte 1-Jahres-Erfolgsrate bei 100% und die 5-Jahres-Erfolgsrate bei 99,7%. Nach diesem 5-Jahres-Zeitraum war allerdings ein deutlicher Rückgang der kumulierten Implantaterfolgsrate auf etwa 84% nach ca. 6 Jahren zu verzeichnen. Die kumulierte 1-Jahres-Rate der Gießener Patienten lag in der implantatbezogenen Auswertung demnach über den Werten von RÄTZER KÜNZEL et al. (2002) mit 99,4% und WILLER et al. (2002) mit 98%. Die implantatbezogenen 5-Jahres-Erfolgsraten, die in der Literatur berichtet wurden, rangierten zwischen 88% (BESCHNIDT et al. 2003) und 99,1% (WEBER et al. 2000). Auch schnitt wie bereits bei der 1-Jahres-Erfolgsrate unser Ergebnis mit 99,7% nach 5 Jahren am besten ab. ALBREKTSSON und ZARB (1993) forderten über einen Belastungszeitraum von 5 Jahren eine Erfolgsrate von 85%. Dagegen lag der 6-Jahres-Wert von 84% im Vergleich zu den Angaben anderer Autoren deutlich niedriger. WEBER et al. (2000) sowie HAHN und VASSOS (1997) berichteten kumulierte 6-Jahres-Erfolgsraten von 95,5% bzw. 97,8%. BUSER et al. (1997) erzielten nach 8 Jahren 93,3% und FERRIGNO et al. (2006) nach 12 Jahren 90,8%. Lediglich der 10-Jahres-Wert von WILLER et al. (2002) lag mit 79% unter unserer 6-Jahres-Erfolgsrate von 84%.

Bei der restaurationsbezogenen Auswertung wurde jeweils die Gesamtheit der Implantatpfeiler betrachtet, auf denen eine Restauration basierte. Eine Restauration wurde als Misserfolg eingestuft, wenn nicht alle im Rahmen der prothetischen Versorgung des Patienten inserierten Implantate intakt waren. Unter Berücksichtigung der zugrundegelegten Definition für den Erfolg einer Restauration mussten 4 Restaurationen (4,9%) als Misserfolg gewertet werden. Die kumulierte 1-Jahres-Erfolgsrate der prothetischen Restaurationen betrug 100%, nach 5 Jahren lag die Rate bei ca. 98%. Dieser Wert ist mit der von FRIBERG et al. (1997) ermittelten ebenfalls restaurationsbezogenen 5-Jahres-Erfolgsrate von 97% vergleichbar. Nach 6 Jahren fiel die kumulierte Erfolgswahrscheinlichkeit der Restaurationen auf ca. 64% ab.

Das im Literaturvergleich gute Abschneiden unseres Kollektivs nach 1 und 5 Jahren ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass es sich bei den erfassten Fällen um implantatprothetisch versorgte Patienten handelte, d.h. dass im vorliegenden Patientengut keine Fälle von Frühversagen während der Einheilungsphase berücksichtigt sind.

Auffällig ist die deutliche Zunahme von Misserfolgen nach einer Beobachtungszeit von über fünf Jahren. Von den insgesamt 7 Implantatmisserfolgen waren 6 nach einer Beobachtungsdauer von 64 bis 68 Monaten aufgetreten. Über die Gründe für diese späten Misserfolge (4 Implantatlockerungen, 2 Periimplantitiden) kann nur spekuliert werden.

Auffällig ist, dass diese 6 Misserfolge 3 Patienten zuzuordnen waren. Ein möglicher Erklärungsansatz ist, dass die Patienten von verschiedenen Behandlern mit unterschiedlicher Erfahrung behandelt wurden. SPIEKERMANN (1989) sowie BERT et al. (2005) sehen in der Erfahrung des Operateurs eine notwendige Grundvoraussetzung für den Erfolg der Implantate, so dass die Misserfolge möglicherweise auf den jeweiligen Behandler zurückzuführen waren.

Ein weiterer Erklärungsansatz könnte im Phänomen des „Clustering“ zu suchen sein, das in der Literatur beschrieben wurde und auch in unserer Studie zu beobachten war. Es besagt, dass sich die in einem Kollektiv zu beobachtenden Misserfolge auf wenige Patienten verteilen (PAQUETTE et al. 2006). So fanden WEYANT und BURT (1993) in einer Untersuchung an fast 600 Patienten heraus, dass bei einem Patienten mit Implantatverlust ein Risiko von 30% besteht, mindestens einen weiteren Implantatverlust zu erleiden. In der vorliegenden Studie waren bei drei der vier von einem Implantatmisserfolg betroffenen Patienten jeweils zwei Implantatverluste zu verzeichnen. Bei allen drei Patienten mit zwei Misserfolgen war eine Augmentation vorgenommen worden, wobei bei zwei dieser drei Patienten eine weitere Besonderheit in der allgemeinmedizinischen Anamnese (Herz-Kreislauf-Erkrankung) oder eine intraorale Besonderheit (Bruxismus) vorlag. Bei der vierten Patientin lagen zwei allgemeinmedizinische Erkrankungen (Herz-Kreislauf-Erkrankung, Rheuma) vor.

In Anbetracht dieser Ergebnisse ist nicht auszuschließen, dass es doch gewisse systemische Determinanten des Implantatverlustes gibt. Jedoch sind diese komplexen Faktoren, bei denen das strikte Befolgen des Standardprotokolls nicht zu dem erhofften Ergebnis führt und die somit einen Patienten faktisch zum Risikopatienten machen, noch nicht ausreichend erforscht (WOOD und VERMILYEA 2004). Aufgrund der hohen Erfolgsrate, die im vorliegenden, als Risikokollektiv bezeichneten Untersuchungsgut erzielt werden konnte, muss die herkömmliche Definition eines implantologischen Risikopatienten zur Diskussion gestellt werden. Anstatt der starren Festlegung relativer und absoluter Kontraindikationen für eine implantatprothetische Versorgung scheint eine individuelle Risiko-Nutzen-Abwägung sinnvoll zu sein.

Zur Vermeidung von Misserfolgen ist die Kenntnis von Faktoren, die den Implantaterfolg beeinflussen können, dennoch unabdingbar. In der vorliegenden Studie wurde daher der Einfluss verschiedener patientenabhängiger, implantatabhängiger und restaurationsabhängiger Faktoren auf die Erfolgsrate untersucht.

4.3 Einflussfaktoren auf den Implantaterfolg

Eine Untersuchung von Einflüssen auf den patientenbezogenen Implantaterfolg war am vorliegenden Datenmaterial aus statistischen Gründen nicht möglich. Die restaurationsbezogene Auswertung ergab aufgrund der geringen Gruppengrößen keine statistisch signifikanten Ergebnisse. Daher werden in diesem Kapitel nur die Ergebnisse der implantatbezogenen Auswertung diskutiert.

Die unifaktorielle Analyse wies auf folgende statistisch signifikante oder nur knapp nicht signifikante Einflüsse hin:

Risikofaktoren

- Implantate von Patienten, die in ihrer Anamnese das Vorliegen einer Allergie angaben, waren während des gesamten Beobachtungszeitraums statistisch signifikant häufiger erfolgreich (p = 0,042) als Implantate von Patienten ohne allergischer Anamnese (kumulierte Erfolgsrate nach ca. 6 Jahren: 100% vs. 77%).
- Bei Implantaten von Patienten mit Bruxismus war eine signifikant niedrigere Implantaterfolgsrate nachweisbar (p = 0,027) als wenn kein Bruxismus vorlag. In der Implantatgruppe mit Bruxismus betrug der kumulierte Implantaterfolg nach etwa 6 Jahren 66%, in der Gruppe ohne Bruxismus lag die 6-Jahres-Überlebensrate bei 94%.

Implantatabhängige Faktoren

- Der Einfluss des Faktors „Implantatlokalisation OK/UK“ war nur knapp nicht statistisch signifikant (p = 0,082). Im Oberkiefer lokalisierte Implantate wiesen nach ca. 6 Jahren eine kumulierte Erfolgsrate von 68% auf, im Unterkiefer lag der entsprechende Wert bei 91%.

- Bei der Untersuchung des Einflusses des Implantatdurchmessers wurde der Implantaterfolg beispielhaft für Durchmesser von 3,5 mm und 5,0 mm ermittelt. Die kumulierte Erfolgswahrscheinlichkeit nach 6 Jahren betrug 94% für den kleineren Durchmesser und 70% für den größeren Durchmesser. Der Unterschied war statistisch signifikant (p = 0,037).

In der multifaktoriellen Analyse hingegen konnte der statistisch signifikante Einfluss der Faktoren Allergie, Bruxismus und Implantatlokalisation OK/UK auf den Implantaterfolg nicht mehr nachgewiesen werden. Lediglich der Einfluss des Implantatdurchmessers war hier knapp signifikant (p = 0,055).

Um die Aussagekraft der eigenen Ergebnisse bewerten zu können, soll in den folgenden Abschnitten für alle untersuchten Parameter ein Vergleich mit den Resultaten der internationalen Literatur durchgeführt werden. Um die Anzahl der Referenzstudien zu erhöhen, wurden dabei sowohl Untersuchungen berücksichtigt, die wie in der vorliegenden Arbeit den Implantaterfolg als Zielgröße definiert hatten, als Studien, die den Einfluss auf das Implantatüberleben untersucht hatten.

4.3.1 Risikofaktoren

- Allgemeinerkrankungen

Die Bedeutung vieler Allgemeinerkrankungen auf die Langzeitprognose einer Implantatrekonstruktion ist bis heute weitgehend unklar. Konkrete Daten hierzu sind in der Literatur kaum zu finden.

In der vorliegenden Untersuchung hatten 36,6% der Patienten eine negative allgemeinmedizinische Anamnese. Ein Unterschied in der Implantatüberlebensrate bei Patienten mit und ohne Allgemeinerkrankungen ließ sich nicht nachweisen. Dies entspricht den Angaben von CHUANG et al. (2002), die in einer

Untersuchung an 677 Patienten mit 2349 Implantaten ebenfalls keinen Einfluss des Vorliegens von Allgemeinerkrankungen auf das Implantatüberleben zeigen konnten. WEYANT (1994) hingegen belegte in einer multizentrischen Untersuchung, dass Implantatverluste bei Patienten mit positiver allgemeinmedizinischer bzw. pharmakologischer Anamnese häufiger auftraten als in gesunden Vergleichskollektiven. Eine nähere Differenzierung nach der Art der jeweiligen Erkrankung wurde in den zitierten Studien nicht durchgeführt (Tab. 14).

Tab. 14: Literaturübersicht: Einfluss von Allgemeinerkrankungen auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss von Allgemeinerkrankungen
WEYANT 1994	261 / 959	ja (Implantatverlust Patienten mit Allgemeinerkrankungen > Patienten ohne Allgemeinerkrankungen)
CHUANG et al. 2002	677 / 2349	nein
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

Im Rahmen der eigenen Untersuchung wurde darüber hinaus die Bedeutung einzelner Allgemeinerkrankungen für den Implantaterfolg untersucht. Im Einzelnen handelte es sich dabei um Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Rheuma/Arthritis, Asthma, Allergien sowie Diabetes. Während für die vier erstgenannten Erkrankungen in der Literatur kaum Vergleichsdaten ermittelt werden konnten, scheint der Zusammenhang zwischen Diabetes mellitus und Implantaterfolg bereits gut erforscht zu sein. In den folgenden Abschnitten soll auf die Bedeutung der verschiedenen Krankheitsbilder detailliert eingegangen werden.

Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Prinzipiell kann jede Herz-Kreislauf-Erkrankung die Blutversorgung der Mundhöhle und die Heilungskapazität des Gewebes beeinträchtigen (ZINNER und SCHNADER 2005). RENOUARD und RANGERT (2006) bewerten das Vorliegen einer Koronarinsuffizienz als relative Kontraindikation, eine schwere Herzinsuffizienz oder ein akuter Infarkt stellen eine absolute Kontraindikation dar. CACACI et al. (2006) zählen Herzinsuffizienz NYHA III und IV, Zustand nach Myokardinfarkt sowie ein nicht eingestellter Hypertonus zu den Kontraindikationen in der Implantologie, die einen quod vitam nicht notwendigen Eingriff unverantwortlich erscheinen lassen.

In unserem Patientenkollektiv litten 32,9% der Patienten an Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems, wobei sich kein signifikanter Einfluss auf das Implantatüberleben nachweisen ließ. Dennoch soll in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben, dass die kasuistische Betrachtung der Implantatmisserfolge bei zwei der vier Patienten mit Implantatverlust eine Herz-Kreislauf-Erkrankung auswies (Tab. 10 auf S. 26).

Vergleichsdaten waren nur bei MOY et al. (2005) zu finden, die sich in ihrer Studie ebenfalls mit der Zusammenhang zwischen Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Implantatüberleben befassten. In Übereinstimmung mit unserem Ergebnis konnte hier ebenfalls keinen Zusammenhang beobachtet werden (Tab. 15).

Tab. 15: Literaturübersicht: Einfluss von Herz-Kreislauf-Erkrankungen auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss von Herz-Kreislauf-Erkrankungen
MOY et al. 2005	1140 / 4680	nein
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

Rheuma/Arthritis

Während rheumatische Erkrankungen von NEUKAM und ESSER (2000) sowie von CACACI et al. (2006) als Kontraindikationen für eine Implantatversorgung bewertet werden, da diese die normale Reaktivität des Knochens einschränken, stellt nach Auffassung von RENOUARD und RANGERT (2006) das Vorliegen von Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises keine Kontraindikation für eine implantatprothetische Versorgung dar. 6,1% unserer Patienten litten an Rheuma bzw. Arthritis, ein signifikanter Einfluss auf den Implantaterfolg bestand nicht. In der kasuistischen Betrachtung der Implantatmisserfolge zeigte sich jedoch, dass eine der vier Patienten an Rheuma litt. Vergleichsdaten in der Literatur konnten nicht ermittelt werden. Insgesamt ist davon auszugehen, dass Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises keine implantologische Kontraindikation darstellen, solange sie nicht mit Immunsuppressiva behandelt werden.

Asthma

Im Lehrbuch von RENOUARD und RANGERT (2006) wird das Vorliegen einer respiratorischen Insuffizienz weder als relative noch als absolute Kontraindikation eingestuft. Bei 2,4% der im Rahmen der vorliegenden Studie untersuchten Patienten lag Asthma vor. Ein Zusammenhang zwischen Asthma und dem Implantaterfolg zeigte sich nicht. Auch MOY et al. (2005) beobachteten keinen statistisch signifikanten Einfluss von Pulmonalerkrankungen auf das Implantatüberleben (Tab. 16).

Tab. 16: Literaturübersicht: Einfluss von Pulmonalerkrankungen auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss von Pulmonalerkrankungen
MOY et al. 2005	1140 / 4680	nein
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

Allergien

CACACI et al. (2006) führen eine Wirkung des implantierten Materials gegen die Körperabwehr als Kontraindikation für eine Versorgung mit Implantaten an, weisen jedoch darauf hin, dass eine Allergie gegen Titan extrem selten ist. 15,9% der Patienten aus der vorliegenden Untersuchung wiesen eine allergische Anamnese auf. Dabei handelte es sich um eine Allergie gegen Pollen (n = 6), Nickel (n = 3), Hausstaub (n = 2), Paracetamol (n = 1), Megacilin (n = 1), Kortison (n = 1) und Formaldehyd (n = 1), wobei Mehrfachnennungen möglich waren. In der unifaktoriellen Auswertung schnitt die Patientengruppe mit allergischer Anamnese hinsichtlich des Implantatüberlebens statistisch signifikant besser ab als die Patientengruppe ohne Allergien (kumulierte Erfolgsrate nach 6 Jahren: 100% vs. 77%; p = 0,042). In der multivariaten Analyse bestätigte sich dieser signifikante Einfluss jedoch nicht mehr, so dass hier von einem Zufallsbefund auszugehen ist, zumal sich für diesen Zusammenhang keine physiologische Erklärung finden lässt. Vergleichsdaten zu dieser Frage konnten im Schrifttum nicht ermittelt werden.

Diabetes

Die Diabetesprävalenz liegt in Deutschland bei 8,2%, wobei die 61- bis 70-Jährigen mit einer Häufigkeit von 18,3% (Frauen) bzw. 28,7% (Männer) betroffen sind (PALITZSCH et al. 2000). Der Diabetiker-Anteil in unserem Kollektiv betrug 3,7% und entspricht bezogen auf das Durchschnittsalter der Patien-

ten etwa der mittleren Prävalenz in der Bevölkerung, die in der fünften Lebensdekade etwa bei 4% liegt (PALITZSCH et al. 2000).

Implantate galten in der Vergangenheit bei Diabetikern als kontraindiziert. Dies wurde durch die verlangsamte Wundheilung der Hart- und Weichgewebe, die erhöhte Zahl postoperativer Infektionen sowie durch Gefäßstörungen, Störungen im Proteinstoffwechsel und eine gestörte Neutrophilenfunktion begründet (KNIHA et al. 1996). Im Tiermodell war der Implantat-Knochen-Kontakt bei diabetischen Tieren signifikant geringer als in der nicht-diabetischen Kontrollgruppe (NEVINS et al. 1998, TAKESHITA et al. 1998, FIORELLINI et al. 1999).

In aktuellen Lehrbüchern wird der Diabetes mellitus als Indikationseinschränkung für eine Implantatversorgung folgendermaßen bewertet: Von der ITI-Konsensus-Konferenz wird ein „schwerer“ Diabetes mellitus als Risikofaktor für eine Implantatversorgung eingestuft (BUSER et al. 2000). NEUKAM und ESSER (2000) sehen eine Implantation bei Diabetikern mit „schlecht eingestelltem“ Diabetes, BERT et al. (2005) bei Diabetikern mit „nicht eingestelltem“ Blutzucker als kontraindiziert an. Nach Auffassung von CACACI et al. (2006) stellt bereits das Vorliegen eines Diabetes mellitus eine Kontraindikation dar, während RENOUARD und RANGERT (2006) in einem Diabetes weder eine relative noch eine absolute Kontraindikation sehen.

In der vorliegenden Untersuchung unterschied sich der Implantaterfolg bei Diabetikern und Nichtdiabetikern nicht statistisch signifikant. Dies entspricht den Beobachtungen von SMITH et al. (1992). Auch BEHNEKE et al. (1998) wiesen für implantatversorgte Patienten mit einem gut eingestellten Diabetes mellitus im Vergleich zu einer ebenfalls implantatversorgten Kontrollgruppe nach, dass Diabetiker prinzipiell keinem höheren Implantatverlustrisiko unterliegen als gesunde Patienten. Vielmehr fielen die Ergebnisse in dieser Studie für die Diabetiker sogar geringfügig besser aus. Bei MORRIS et al. (2000) sowie MOY et al. (2005) hingegen war das Implantatverlustrisiko bei Diabetikern höher als bei Nichtdiabetikern, wobei hier keinerlei Angaben zur Qualität der Blutzuckereinstellung der Diabetiker gemacht wurden. In den zitierten Publikationen wurde

der Einfluss eines Diabetes mellitus auf den Implantaterfolg im Rahmen eines kontrollierten Gruppenvergleichs oder mit Hilfe einer multifaktoriellen Analyse an Kollektiven bestehend aus Diabetikern und Nichtdiabetikern untersucht. Eine Vielzahl weiterer Autoren ermittelte die Implantatüberlebensrate an rein diabetischen Kollektiven und folgerte durch einen Vergleich mit Daten aus der Literatur, dass das Implantatüberleben bei Diabetikern im Vergleich zu Nichtdiabetikern nicht oder nur geringfügig verringert ist (SHERNOFF et al. 1994, KAPUR et al. 1998, BALSHI und WOLFINGER 1999, FIORELLINI et al. 2000, OLSON et al. 2000b, FARZAD et al. 2002, PELED et al. 2003, HUANG et al. 2004) (Tab. 17).

Tab. 17: Literaturübersicht: Einfluss von Diabetes mellitus auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss von Diabetes mellitus
SMITH et al. 1992	104 / 313	nein
BEHNEKE et al. 1998	35 / 129	nein
MORRIS et al. 2000	663 / 2887	ja (Implantatverlust Diabetiker > Nichtdiabetiker)
MOY et al. 2005	1140 / 4680	ja (OR 2,75 für Implantatverlust bei Diabetikern)
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

In Anbetracht dieser Ergebnisse ist davon auszugehen, dass sich eine erfolgreiche Implantatversorgung auch bei Diabetikern realisieren lässt und ein Diabetes mellitus bei akzeptabler Blutzuckereinstellung nicht als Kontraindikation anzusehen ist. Letztlich ist insbesondere der HbA_1-Wert dafür ausschlaggebend, ob eine Beeinträchtigung der Wundheilung und der Immunabwehr vorliegt. Daher muss dieser vor der Implantation sowie im weiteren Verlauf in jedem Fall regelmäßig kontrolliert werden (BALSHI und WOLFINGER 1999, FARZAD et al. 2002, KOECK und WAHL 2006). BLANCHAERT (1998) empfehlen die Durchführung einer Implantation bei einem HbA_1-Wert von 7%.

Darüber hinaus muss eine antibiotische Abdeckung vor und nach dem operativen Eingriff (BALSHI und WOLFINGER 1999, KOECK und WAHL 2006) sowie eine Vermeidung von jeglichem Druck auf das Wundgebiet gewährleistet sein (KOECK und WAHL 2006).

- Z.n. Radiatio

Besonders bei Patienten, die ohne Implantate funktionell nicht befriedigend versorgt werden können, ist der Nutzen enossaler Implantate sehr groß. Diese Situation ist vor allem bei Tumorpatienten gegeben, die nach erfolgter Resektion häufig bestrahlt werden.

Die ITI-Konsensuskonferenz stufte vorbestrahlten Knochen als Risikofaktor für eine Implantatversorgung ein (BUSER et al. 2000). NEUKAM und ESSER (2000) wiesen darauf hin, dass die Indikation zur Implantation im vorbestrahlten Knochen kritisch zu stellen sei, und auch CACACI et al. (2006) sowie RENOUARD und RANGERT (2006) bewerteten eine Radiatio oder einen Zustand nach Radiatio als Kontraindikation bzw. als relative Kontraindikation in der Implantologie.

Bei der Indikationsstellung für eine Implantatversorgung mit bestrahlten Patienten muss berücksichtigt werden, dass frühe Strahlenschäden in Geweben mit schnellem Zellersatz auftreten (z.B. in Form einer Mukositis), sich die Spätfolgen hingegen im Knochengewebe und im subepithelialen Bindegewebe manifestieren. Das bestrahlte Knochengewebe ist geprägt durch Demineralisation, Fibrose und eine geringe Vaskularisation mit der Problematik der Infektionsanfälligkeit, wenn die über dem Knochen liegende Epitheldecke verletzt wird (NEUKAM und ESSER 2000). Aufgrund des zeitlich versetzten Auftretens der Spätfolgen einer Radiatio verschlechtern sich die Möglichkeiten der Knochenheilung und damit auch die Voraussetzungen zur knöchernen Einheilung eines Implantates nach vorausgegangener Tumorbestrahlung, je mehr Zeit bis zur Implantation vergangen ist (MARX 1983).

Im vorliegenden Untersuchungskollektiv befand sich auch ein Anteil von 2,4% Patienten, bei denen nach Radiatio insgesamt 14 Implantate inseriert wurden. Ein signifikanter Einfluss dieses Faktors auf den Implantaterfolg konnte nicht beobachtet werden. Bei keinem der von einem Implantatmisserfolg betroffenen Patienten unseres Kollektivs war eine Radiatio durchgeführt worden. Dies stimmt lediglich mit der Mitteilung von ESSER et al. (1999) überein, während die Mehrheit der Studien einen signifikant größeren Implantatverlust bei bestrahlten Patienten oder in bestrahltem Knochen nachweisen konnte (GRANSTRÖM et al. 1999, WERKMEISTER et al. 1999, GOTO et al. 2002, CAO und WEISCHER 2003, MOY et al. 2005) (Tab. 18).

Tab. 18: Literaturübersicht: Einfluss von Radiatio auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss von Radiatio
ESSER et al. 1999	-- / 276	nein
GRANSTROM et al. 1999		ja (Implantatverlust bestrahlte Patienten > nicht bestrahlte Patienten)
WERKMEISTER et al. 1999	29 / 109	ja (Implantatverlust bestrahlter Knochen > nicht bestrahlter Knochen)
GOTO et al. 2002	36 / 180	ja (Implantatverlust bestrahlter Knochen > nicht bestrahlter Knochen)
CAO und WEISCHER 2003	27 / 131	ja (Implantatverlust bestrahlter Knochen > nicht bestrahlter Knochen)
MOY et al. 2005	1140 / 4680	ja (OR 2,73 für Implantatverlust bei Patienten mit Z.n. Radiatio)
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

Auch in Patientenkollektiven ohne Kontrollgruppe, die sich ausschließlich aus vorbestrahlten Patienten zusammensetzten, wurden kumulierte Implantatüberlebensraten beobachtet, die zwischen 72% und 84% nach fünf Jahren und somit im Literaturvergleich unter den Raten für nicht bestrahlte Patienten lagen (ESSER und WAGNER 1997, GRÖTZ et al. 1999).

Obwohl die Literaturergebnisse ein schlechteres Implantatüberleben bei einer Vorbestrahlung der Patienten im Kopf-Hals-Bereich belegen und in den Lehrbüchern eine Radiatio mehrheitlich als Risikofaktor oder sogar Kontraindikation für Implantate bewertet wird, lässt die Möglichkeit der hochwertigen Wiederherstellung der Kaufunktion und damit der Lebensqualität eine Implantatversorgung auch in dieser Patientengruppe als indiziert erscheinen (GRÖTZ et al. 1999, WEIBRICH und AL-NAWAS 2001, YERRIT et al. 2006).

Bei Durchführung einer Implantatbehandlung wird nach vorausgegangener Radiatio eine gedeckte Einheilphase für Implantate von 6-8 Monaten empfohlen (GRANSTRÖM 1998, NEUKAM und GIROD 1999), während nach Implantation im nicht bestrahlten Knochen meist Einheilphasen von 3-6 Monaten ausreichen (NEUKAM und ESSER 2000). Zur Verbesserung des Implantatüberlebens bei vorbestrahlten Patienten durch Anwendung einer hyperbaren Sauerstofftherapie gibt es insgesamt keine gesicherten Ergebnisse (Übersicht bei COULTHARD et al. 2003), obwohl in einzelnen Studien von vielversprechenden Erfolgen berichtet wurde (z.B. GRANSTRÖM et al. 1999).

- Zigarettenrauchen

In der Parodontologie und der zahnärztlichen Chirurgie gilt der Tabakkonsum als Hauptrisikofaktor für parodontale Erkrankungen und Wundheilungsstörungen (MEECHAN et al. 1988, JONES und TRIPLETT 1992, KEBIR et al. 1997). Zu dessen zahlreichen ungünstigen Eigenschaften zählt auch die Beeinflussung des Immunsystems durch Veränderung der Reaktion auf die Infektion

(GIOVANNOLI 2005). Nach Auffassung von DE BRUYN und COLLAERT (1994) hat der Tabakkonsum auch Auswirkungen auf den Knochenstoffwechsel und führt so häufig zu Implantatmisserfolgen.

In Anbetracht der deutlichen Analogien zwischen Parodontitis und Periimplantitis kann man annehmen, dass der Tabakkonsum auch hier die Reaktion auf eine Infektion um Implantate in Funktion beeinflusst. Die Bestandteile des Tabaks werden durch die bukkale Mukosa resorbiert, was zu einer deutlichen Reduktion der Vaskularisation führt. Dies manifestiert sich auch am umgebenden Knochen, die Knochenapposition um das Implantat und damit auch die Osseointegration werden gestört (BERT et al. 2005).

Bei 18,3% der Teilnehmer an der vorliegenden Studie handelte es sich um Raucher. Ein Unterschied im Implantaterfolg bei Rauchern und Nichtrauchern konnte an unserem Kollektiv nicht nachgewiesen werden. Dies entspricht den Beobachtungen von OLSON et al. (2000b), BESCHNIDT et al. (2003) sowie ROOS-JANSAKER et al. (2006). Die große Mehrheit der Untersuchungen konnte abweichend davon jedoch einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Zigarettenrauchen und einer höheren Implantatmisserfolgs- oder Verlustrate belegen (BAIN und MOY 1993, DE BRUYN und COLLAERT 1994, GORMAN et al. 1994, KAN et al. 1999, LAMBERT et al. 2000, WALLACE 2000, CHUANG et al. 2002, KUMAR et al. 2002, SCHWARTZ-ARAD et al. 2002, VEHEMENTE et al. 2002, McDERMOTT et al. 2003, MOHENG und FERYN 2005, MOY et al. 2005, MUNDT et al. 2006) (Tab. 19).

Tab. 19: Literaturübersicht: Einfluss des Zigarettenrauchens auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss des Zigarettenrauchens
BAIN und MOY 1993	540 / 2194	ja (Implantatverlust Raucher > Nichtraucher)
DE BRUYN und COLLAERT 1994	--/ 208	ja (Implantatverlust Raucher > Nichtraucher)
GORMAN et al. 1994	310 / 2066	ja (Implantatverlust Raucher > Nichtraucher)
KAN et al. 1999	60 / 228	ja (Implantatverlust Raucher > Nichtraucher)
LAMBERT et al. 2000	> 800 / > 2900	ja (Implantatverlust Raucher > Nichtraucher)
OLSON et al. 2000b	89 / 178 (Typ 2-Diabettiker)	nein
WALLACE 2000	56 / 187	ja (Implantatverlust Raucher > Nichtraucher)
CHUANG et al. 2002	677 / 2349	ja (OR 2,8 für Implantatverlust bei Rauchern)
KUMAR et al. 2002	461 / 1183	ja (Implantatverlust Raucher > Nichtraucher)
SCHWARTZ-ARAD et al. 2002	261 / 959	ja (Implantatverlust Raucher > Nichtraucher)
VEHEMENTE et al. 2002	677 / 677	ja (Implantatverlust Raucher > Nichtraucher)
BESCHNIDT et al. 2003	76 / 214	nein

Tab. 19 (Forts.): Literaturübersicht: Einfluss des Zigarettenrauchens auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss des Zigarettenrauchens
McDERMOTT et al. 2003	677 / 2349	ja (OR 2,3 für Implantatverlust bei Zigarettenrauchern)
MOHENG und FERYN 2005	93 / 266	ja (Implantatverlust Raucher > Nichtraucher)
MOY et al. 2005	1140 / 4680	ja (OR 1,56 für Implantatverlust bei Zigarettenrauchern)
MUNDT et al. 2006	159 / 663	ja (Implantatverlust Raucher > Nichtraucher)
ROOS-JANSAKER et al. 2006	218 / 1057	nein
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

Obwohl in der vorliegenden Untersuchung sowie in einigen anderen Studien ein reduziertes Implantatüberleben bei Rauchern nicht belegt werden konnte, ist ein nachteiliger Einfluss des Zigarettenrauchens auf Vaskularisation, Wundheilung sowie Osseointegration unbestritten. Die ITI-Konsensus-Konferenz (BUSER et al. 2000), CACACI et al. (2006) sowie RENOUARD und RANGERT (2006) gehen sogar soweit, starkes Rauchen als Risikofaktor bzw. Kontraindikation für enossale Implantate einzustufen.

In Anbetracht des aktuellen Kenntnisstands zum Einfluss des Rauchens auf den Implantaterfolg sollte zahnärztlicherseits versucht werden, durch entsprechende Aufklärung und Führung des Patienten diesen modifizierbaren Einflussfaktor zumindest für die Zeitdauer der Implantations- und Einheilungsphase zu reduzieren oder zu eliminieren, um so die Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate zu erhöhen. BAIN (1996) konnte beispielsweise zeigen, dass

bei Einstellen des Rauchens eine Woche vor bis acht Wochen nach der Operation die Erfolgsrate von Rauchern derjenigen bei Nichtrauchern entspricht.

- Xerostomie

Eine Xerostomie kann auf Speicheldrüsenerkrankungen, Allergien, bösartige Tumore, Medikamente (v.a. Psychopharmaka), Strahlenbehandlungen oder Autoimmunerkrankungen (Sjögren-Syndrom) zurückzuführen sein. Durch die Beeinträchtigung des Speichelflusses ist nicht nur das Kauen, Schlucken und Sprechen erschwert, sondern auch das Risiko für Karies und entzündliche Parodontopathien erhöht (GRÖTZ 2002).

Obwohl die Neigung zu oralen Infektionen bei Xerostomiepatienten auch eine erhöhte Periimplantitisneigung vermuten lässt, finden sich in den zitierten Lehrbüchern keinerlei Hinweise auf eine implantologische Indikationseinschränkung bei Vorliegen einer Xerostomie. Vielmehr ist es so, dass die ausgeprägte Xerostomie sogar eine Ausnahmeindikation zur Versorgung mit implantatgetragenem Zahnersatz nach §28 Sozialgesetzbuch V darstellt (GRÖTZ 2002), da die fehlende Mukosalubrifikation bei tegumental getragenem Zahnersatz durch Verminderung des Prothesenhaltes und durch das Auftreten von rezidivierenden, therapieresistenten Druckulzera zur Prothesenunverträglichkeit führen kann (PAYNE et al. 1997, GRÖTZ 2002).

8,5% der im Rahmen der vorliegenden Studie mit Implantaten versorgten Patienten litten an einer Xerostomie. Ein signifikanter Einfluss dieses Faktors auf den Implantaterfolg ließ sich in unserem Untersuchungskollektiv nicht nachweisen. In der Literatur fanden sich lediglich Einzelfalldarstellungen einer erfolgreichen implantatprothetischen Versorgung von Xerostomiepatienten, wobei es sich insgesamt um 12 Fallbeschreibungen handelte (PAYNE et al. 1997, ISIDOR et al. 1999, BINON 2005). Studien zum Zusammenhang zwi-

schen Xerostomie und Implantatüberleben an größeren Kollektiven konnten im Schrifttum nicht ermittelt werden.

Zusammenfassend stellt das Vorliegen einer Xerostomie keine Kontraindikation der Implantatversorgung dar, ein Einfluss auf das Implantatüberleben besteht trotz der erhöhten Entzündungsneigung nicht. Bei der Implantatbehandlung von Xerostomiepatienten empfiehlt sich eine physiologische oder pharmakologische Stimulation des Speichelflusses (MASSAD und CAGNA 2002), die Bevorzugung rein implantatgetragener Konstruktionen (ESPOSITO et al. 1998) sowie eine Verkürzung der Recall-Intervalle (BEIKLER und FLEMMING 2003).

- Bruxismus

RENOUARD und RANGERT (2006) bewerten das Vorliegen von Bruxismus als Kontraindikation einer Implantatversorgung. Bruxismus gilt als potentieller Risikofaktor für ein Implantatversagen, da das Auftreten exzessiver Kräfte zu einem Knochenabbau und somit zu einer Implantatlockerung führen kann (MISCH 2002, BEHNEKE und BEHNEKE 2006b). Der experimentelle Nachweis einer belastungsinduzierten Knochendestruktion wurde von ISIDOR (1996, 1997) im Tierversuch erbracht, wo nach exzessiven Biegebelastungen massive Knochenabbauvorgänge und Implantatverluste beobachtet wurden.

In unserem Untersuchungskollektiv wurde bei 7,3% der Patienten ein Bruxismus diagnostiziert. Bei Implantaten von Patienten mit Bruxismus war in der unifaktoriellen Analyse eine signifikant niedrigere Überlebensrate nachweisbar ($p = 0,027$), wobei die kumulierte Implantaterfolgsrate nach etwa 6 Jahren in der Gruppe mit Bruxismus 66% und in der Gruppe ohne Bruxismus 94% betrug; in der multifaktoriellen Auswertung war jedoch kein statistisch signifikanter Einfluss dieses Faktors mehr nachweisbar ($p = 0,84$).

Einen weiteren Hinweis auf ein signifikant geringeres Implantatüberleben bei einer funktionellen Überlastung durch parafunktionelle Aktivität bzw. exzentrische Okklusionskontakte gab es in einer Untersuchung von EKFELDT et al. (2001), während in anderen Studien ein statistisch signifikanter Einfluss des Faktors Bruxismus nicht nachweisbar war (ECKERT et al. 2001, ENGEL et al. 2001, TAWIL et al. 2006) (Tab. 20).

Tab. 20: Literaturübersicht: Einfluss von Bruxismus auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss von Bruxismus
ECKERT et al. 2001	63 / 85	nein
EKFELDT et al. 2001	54 / --	ja (Implantatverlust Bruxismus > kein Bruxismus)
ENGEL et al. 2001	379 / --	nein
TAWIL et al. 2006	109 / 262	nein
EIGENE STUDIE	82 / 353	unifaktorielle Analyse: ja multifaktorielle Analyse: nein

Die Einstufung des Bruxismus als Kontraindikation beruht nach Auffassung von LOBBEZOO et al. (2006) überwiegend auf klinischen Erfahrungen, ohne in kontrollierten Studien bislang eindeutig belegt zu sein. Die Richtigkeit dieser Auffassung wurde durch das Ergebnis unserer Literaturrecherche bestätigt.

Das Vorliegen von Bruxismus stellt demnach keine Kontraindikation für eine Implantatversorgung dar. Jedoch muss der Bruxismus rechtzeitig diagnostiziert und bei der Planung der implantatprothetischen Versorgung berücksichtigt werden, um die Belastung der Implantate möglichst gering zu halten. Die prothetische Suprakonstruktion muss ausreichend stabil sein. Darüber hinaus ist es wichtig, die Breite der Okklusalflächen und auch die Steilheit der Höckerabhänge zu reduzieren, um so die Belastung in der Implantatachse wirken zu lassen. Kompressionskräfte sind bei weitem weniger traumatisch als abscherende

Lateralkräfte (MISCH 2002, LOBBEZOO et al. 2006, RENOUARD und RANGERT 2006).

- Augmentation

Als ein Grund für die Zunahme von Implantatpatienten in den vergangenen Jahren ist der Fortschritt auf dem Gebiet der Augmentationstechniken anzusehen. Ziel augmentativer Techniken ist die Schaffung eines in Quantität und Qualität ausreichenden Knochenlagers, um eine simultane oder sekundäre Implantation in belastungsmäßig und prothetisch geeigneter Position zu ermöglichen (NEUKAM und ESSER 2000). Auf- und Anlagerungsosteoplastiken beinhalten die Verpflanzung von autogenen Knochentransplantaten oder Knochenersatzmaterialien zum Ausgleich eines vertikalen oder transversalen Knochendefizites des Alveolarfortsatzes. Die Kieferhöhlenbodenaugmentation bezeichnet die Einlagerung von autogenem Knochen oder Knochenersatzmaterial in den Zwischenraum zwischen knöchernem Kieferhöhlenboden und elevierter Kieferhöhlenschleimhaut (NEUKAM und SCHULTZE-MOSGAU 2006). Autologer Knochen wie das in der vorliegenden Studie verwendete Beckenkammtransplantat ist wegen seiner osteogenetischen, -induktiven und -konduktiven Eigenschaften nach wie vor als der Goldstandard unter den Augmentationsmaterialien anzusehen. Zudem besteht nicht die Gefahr einer Infektionsübertragung auf den Patienten durch einen infizierten Knochenspender. Eine immunologische Transplantatabstoßung kann deshalb nicht auftreten. Der Nachteil bei der Verwendung von autogenem Knochenmaterial ist in der Tatsache zu sehen, dass zur Transplantatgewinnung ein Zweiteingriff erforderlich ist.

Im vorliegenden Untersuchungskollektiv wurde bei 39 der 82 Patienten (47,6%) eine Augmentation vorgenommen. Ein signifikanter Einfluss auf den Implantaterfolg konnte nicht ermittelt werden, wenngleich bei 3 der 4 Patienten mit einem Implantatmisserfolg eine Augmentation vorlag. Die Literaturrecherche zum Einfluss einer Augmentation auf das Implantatüberleben brachte kontroverse

Ergebnisse. Während in der Mehrheit der Studien kein Zusammenhang zwischen Implantatverlust und der Anwendung von Augmentationstechniken festgestellt werden konnte (LOZADA et al. 1993, OLSON et al. 2000a, ECKERT et al. 2001, CHUANG et al. 2002, WOO et al. 2004, GENTILE et al. 2005, LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005, McDERMOTT et al. 2006), belegten andere Untersuchungen einen signifikant größeren Implantatverlust in augmentiertem Knochen (JOHANSSON et al. 1999, WIDMARK et al. 2001, NAERT et al. 2002, McDERMOTT et al. 2003, BECKTOR et al. 2004) (Tab. 21).

Tab. 21: Literaturübersicht: Einfluss einer Augmentation auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss einer Augmentation
LOZADA et al. 1993	120 / --	nein
JOHANSSON et al. 1999	39 / --	ja (Implantatverlust Augmentation > keine Augmentation)
OLSON et al. 2000a	45 / 120	nein
ECKERT et al. 2001	63 / 85	nein
WIDMARK et al. 2001	43 / 221	ja (Implantatverlust Augmentation > keine Augmentation)
CHUANG et al. 2002	677 / 2349	nein
NAERT et al. 2002	660 / 1956	ja (OR 4,2 für Implantatverlust bei Augmentation)
McDERMOTT et al. 2003	677 / 2349	ja (OR 1,2 für Implantatverlust bei Augmentation)
BECKTOR et al. 2004	64 / 437	ja (Implantatverlust Augmentation > keine Augmentation)
WOO et al. 2004	677 / 677	nein
GENTILE et al. 2005	35 / 172	nein

Tab. 21 (Forts.): Literaturübersicht: Einfluss einer Augmentation auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss einer Augmentation
LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005	-- / 1003	nein
McDERMOTT et al. 2006	318 / 762	nein
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

Auch WALLACE und FROUM (2003) stellten im Rahmen einer umfangreichen Meta-Analyse von 43 Studien zum Implantatüberleben nach Sinusbodenaugmentation fest, dass die Ergebnisse nicht schlechter ausfielen als die in der Literatur berichteten Implantatüberlebensraten bei nicht augmentiertem Kiefer.

Unabhängig von der aktuell uneinheitlichen Beurteilung der Auswirkung einer Augmentation auf das Implantatüberleben bleibt festzuhalten, dass es mit Hilfe der verfügbaren operativen Augmentationstechniken möglich ist, das Indikationsspektrum der Implantatbehandlung deutlich zu erweitern und lokale Indikationseinschränkungen zu überwinden, sofern der Patient den notwendigen chirurgischen Mehraufwand akzeptiert.

4.3.2 Patientenabhängige Faktoren

- Alter

Die Bedeutung des Patientenalters für den Therapieerfolg wird in verschiedenen aktuell erschienenen Implantologielehrbüchern folgendermaßen bewertet: Nach Auffassung von BERT et al. (2005) stellt ein höheres Patientenalter per se keine implantologische Kontraindikation dar. Die Autoren weisen lediglich darauf hin, dass die Anästhesieprotokolle der gesundheitlichen Situation der älteren Patienten angepasst werden sollten. Vor allem bei ausgedehnteren

Eingriffen bei unbezahnten Patienten seien kontrollierte, intensivere Sedierungen durch einen erfahrenen Anästhesisten erforderlich. ZINNER und SCHNADER (2005) sehen im Alter ebenfalls keine spezifische Kontraindikation, merken jedoch an, dass bei älteren Patienten die Minderung der Quantität und Qualität des ortsständigen Knochens den kritischen Faktor darstellen kann. Patienten, bei denen die Alveolarbögen noch nicht vollständig ausgewachsen sind, seien für eine Implantatinsertion noch nicht geeignet. Auch RENOUARD und RANGERT (2006) betonen, dass bei jugendlichen Patienten vor Abschluss des Wachstums nicht implantiert werden darf. Dies betrifft Mädchen bis 16 Jahren und Jungen bis 17 bzw. 18 Jahren. Nach oben gibt es nach Ansicht der Autoren keine Altersgrenze, obwohl die älteren Patienten häufig allgemeine Gesundheitsprobleme haben, die eine Kontraindikation für den chirurgischen Eingriff darstellen können.

Das Durchschnittsalter der Patienten der vorliegenden Studie betrug 48,1 $\pm$ 16,8 Jahre, wobei die Altersgruppe der 60- bis 69-Jährigen sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen mit Anteilen von 33,3% bzw. 28,8% am häufigsten vertreten war. Ein signifikanter Einfluss des Patientenalters auf das Implantatüberleben konnte anhand der ermittelten Daten nicht nachgewiesen werden.

Dies entspricht der in den zitierten Lehrbüchern geäußerten Auffassung, wonach ein höheres Patientenalter per se keinen Risikofaktor darstellt (BERT et al. 2005, ZINNER und SCHNADER 2005, RENOUARD und RANGERT 2006), und den Ergebnissen einer Vielzahl anderer Studien, die ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen Implantaterfolg oder -überleben und einem höheren Patientenalter nachweisen konnten (SMITH et al. 1992, OCHI et al. 1994, BRYANT und ZARB 1998, MEIJER et al. 2001, CHUANG et al. 2002, NAERT et al. 2002, McDERMOTT et al. 2003, GENTILE et al. 2005, LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005). Lediglich MOY et al. (2005) stellten ein 2,24-fach erhöhtes Risiko für einen Implantatverlust bei 60- bis 79-Jährigen im Vergleich zu < 40-jährigen Patienten fest (Tab. 22).

Tab. 22: Literaturübersicht: Einfluss der Patientenalters auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss des Alters
SMITH et al. 1992	104 / 313	nein
OCHI et al. 1994	-- / 2132	nein
BRYANT und ZARB 1998	82 / 374	nein
MEIJER et al. 2001	58 / 116	nein
CHUANG et al. 2002	677 / 2349	nein
NAERT et al. 2002	660 / 1956	nein
McDERMOTT et al. 2003	677 / 2349	nein
GENTILE et al. 2005	35 / 172	nein
LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005	-- / 1003	nein
MOY et al. 2005	1140 / 4680	ja (OR 2,24 für Implantatverlust bei 60-79-Jährigen vs. < 40-Jährigen)
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

- Geschlecht

Das vorliegende Patientenkollektiv setzte sich aus 30 Männern und 52 Frauen zusammen. Ein Einfluss des Geschlechts auf den Implantaterfolg konnte nicht festgestellt werden. Diese Beobachtung stimmt mit den Angaben anderer Autoren überein, die ebenfalls eine Geschlechtsunabhängigkeit des Implantaterfolgs bzw. -überlebens nachweisen konnten (SMITH et al. 1992, ESSER et al. 1999, SNAUWAERT et al. 2000, CHUANG et al. 2002, NAERT et al. 2002, McDERMOTT et al. 2003, GENTILE et al. 2005, LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005, MOY et al. 2005) (Tab. 23).

Tab. 23: Literaturübersicht: Einfluss des Geschlechts auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss des Geschlechts
SMITH et al. 1992	104 /303	nein
ESSER et al. 1999	-- / 276	nein
SNAUWAERT et al. 2000	1315 / 4971	nein
CHUANG et al. 2002	677 / 2349	nein
NAERT et al. 2002	660 / 1956	nein
McDERMOTT et al. 2003	677 / 2349	nein
GENTILE et al. 2005	35 / 172	nein
LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005	-- / 1003	nein
MOY et al. 2005	1140 / 4680	nein
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

4.3.3 Implantatabhängige Faktoren

- Implantatlokalisation im Ober-/Unterkiefer

Neben dem Knochenvolumen muss bei der Behandlungsplanung auch die Knochendichte Berücksichtigung finden, um Misserfolge in der Osseointegration zu vermeiden (RENOUARD und RANGERT 2006). Die Knochendichte wird nach LEKHOLM und ZARB (1985) in vier Kategorien eingeteilt: dichte Kortikalis (Typ I), dichter kortikospongiöser Knochen (Typ II), weniger dichter kortikospongiöser Knochen (Typ III), dünne Kortikalis, wenig dichte Spongiosa (Typ IV).

Vor allem im Oberkiefer finden sich Regionen mit spongiöser und damit unter Belastungsaspekten ungünstiger Knochenstruktur (BEHNEKE und BEHNEKE 2006b, CACACI et al. 2006), während in der Regio interforaminalis insbeson-

dere bei fortgeschrittener Atrophie des Unterkiefers vorwiegend mit kortikalen Knochenstrukturen zu rechnen ist (CACACI et al. 2006).

In der vorliegenden Studie erwies sich der Einfluss des Faktors „Implantatlokalisation im Ober-/Unterkiefer“ in der unifaktoriellen Untersuchung als nur knapp nicht statistisch signifikant (p = 0,082). Im Oberkiefer lokalisierte Implantate hatten nach ca. 6 Jahren eine kumulierte Erfolgsrate von 68% im Vergleich zu einem Anteil von 91% bei einer Implantatlokalisation im Unterkiefer. In der multifaktoriellen Auswertung bestätigte sich dieser Einfluss allerdings nicht.

Die Bedeutung der Implantatlokalisation für das Implantatüberleben wird in der Literatur uneinheitlich beurteilt. Mehr als die Hälfte der Studien konnte keinen Einfluss der Implantatlokalisation in Ober- oder Unterkiefer nachweisen (IVANOFF et al. 1999, FIORELLINI et al. 2000, NAERT et al. 2002, RÄTZER KÜNZEL et al. 2002, PERRY und LENCHEWSKI 2004, ROMEO et al. 2004, FRIBERG et al. 2005, GENTILE et al. 2005, LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005). Andere Autoren hingegen beobachteten einen signifikant höheren Implantatverlust im Oberkiefer (FRIBERG et al. 1997, BERGENDAL und ENGQUIST 1998, ECKERT et al. 2001, CHUANG et al. 2002, STRIETZEL et al. 2004, MOY et al. 2005, MUNDT et al. 2006) (Tab. 24), was tendenziell mit dem Ergebnis der unifaktoriellen Auswertung in der vorliegenden Studie übereinstimmt.

Tab. 24: Literaturübersicht: Einfluss der Implantatlokalisation im Ober-/Unterkiefer auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss der Implantatlokalisation im OK/UK
FRIBERG et al. 1997	103 / 288	ja (Implantatverlust bei kürzeren Implantaten größer)
BERGENDAL und ENGQUIST 1998	38 / 115	ja (Implantatverlust OK > UK)
IVANOFF et al. 1999	-- / 299	nein
FIORELLINI et al. 2000	40 / 215 (Diabetiker)	nein

Tab. 24 (Forts.): Literaturübersicht: Einfluss der Implantatlokalisation im Ober-/ Unterkiefer auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss der Implantatlokalisation im OK/UK
ECKERT et al. 2001	63 / 85	ja (Implantatverlust OK > UK)
KHAYAT et al. 2001	71 / 131	nein
CHUANG et al. 2002	677 / 2349	ja (OR 2,4 für Implanatverlust bei Lokalisation in der posterioren Maxilla vs. anteriore Mandibula)
NAERT et al. 2002	660 / 1956	nein
RÄTZER KÜNZEL et al. 2002	191 / 468	nein
PERRY und LENCHEWSKI 2004	487 / 1215	nein
ROMEO et al. 2004	250 / 759	nein
STRIETZEL et al. 2004	504 / 1554	ja (Implantatverlust OK > UK)
FRIBERG et al. 2005	187 / 478	nein
GENTILE et al. 2005	35 / 172	nein
LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005	-- / 1003	nein
MOY et al. 2005	1140 / 4680	ja (Implantatverlust OK > UK)
MUNDT et al. 2006	159 / 663	ja (Implantatverlust OK > UK)
EIGENE STUDIE	82 / 353	unifaktorielle Auswertung: ja (p = 0,082) multifaktorielle Auswertung: nein

- Anzahl der Implantate pro Patient

Der operative wie auch der prothetische Aufwand steigen mit der Ausdehnung einer Restauration deutlich an, ohne dass bisher eindeutige Konzepte zur Pla-

nung und Gestaltung umfangreicher Konstruktionen vorliegen und ohne dass Konsens über die Anzahl der tatsächlich notwendigen Implantate besteht (TAYLOR et al. 2000).

In der Literatur fanden sich zwei Untersuchungen, in denen ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl der pro Patient inserierten Implantate und dem Implantatüberleben beobachtet werden konnte. Sowohl NAERT et al. (2002) als auch ROOS-JANSAKER et al. (2006) stellten fest, dass die Implantatverlustrate umso größer war, je mehr Implantate pro Patient inseriert wurden, wobei dieser Zusammenhang bei ROOS-JANSAKER et al. (2006) nur für den Oberkiefer gilt und im Unterkiefer nicht belegt werden konnte.

In unserem Patientenkollektiv erwies sich der Zusammenhang zwischen der Anzahl der inserierten Implantate und dem Implantaterfolg dagegen nicht als statistisch signifikant ($p = 0{,}226$). Dies entspricht der Beobachtung von HERRMANN et al. (2005), die ebenfalls keinen signifikanten Einfluss der Implantatzahl pro Patient erkennen konnten (Tab. 25).

Tab. 25: Literaturübersicht: Einfluss einer Implantatanzahl pro Patient auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss der Implantatanzahl pro Patient
NAERT et al. 2002	660 / 1956	ja (je mehr Implantate, umso größer die Verlustrate)
HERRMANN et al. 2005	487/ 487	nein
ROOS-JANSAKER et al. 2006	218 / 1057	Oberkiefer: ja (Implantatverlust 5 Implantate und mehr > 1-4 Implantate) Unterkiefer: nein
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

- Implantatdurchmesser

Der Implantatdurchmesser wird unter Berücksichtigung von chirurgischen (z.B. Breite des Kieferkammes) und prothetischen Gegebenheiten (z.B. Platzangebot zwischen zwei Zahnlücken, Ästhetik) ausgewählt (LEE et al. 2005). Aus biomechanischer Sicht ist davon auszugehen, dass die Verwendung größerer Implantatdurchmesser einen größeren Implantat-Knochen-Kontakt ermöglicht, und so theoretisch eine bessere Belastungsverteilung im umgebenden Knochen erfolgen kann (LANGER et al. 1993, IVANOFF et al. 1997). Auch nach Auffassung von RENOUARD und RANGERT (2006) bietet ein Implantat mit größerem Durchmesser eine bessere mechanische Festigkeit, da es die übertragene Kraft viel effektiver auffängt als ein Standardimplantat. Aus diesem Grund wurden größere Implantatdurchmesser in erster Linie zur Anwendung in Regionen mit nicht ausreichender Knochenhöhe oder schlechter Knochenqualität empfohlen (LANGER et al. 1993).

In der vorliegenden Studie wurde der Zusammenhang zwischen Implantatdurchmesser und Implantaterfolg beispielhaft für Durchmesser von 3,5 mm und 5,0 mm ermittelt. Die kumulierte Erfolgsrate nach 6 Jahren betrug 94% für den kleineren Durchmesser und 70% für den größeren Durchmesser. Der Unterschied erwies sich in der unifaktoriellen Auswertung als statistisch signifikant ($p = 0,037$). In der multifaktoriellen Analyse war der Implantatdurchmesser der einzige Parameter, der zumindest einen knapp signifikanten Einfluss auf das Implantatüberleben zeigte ($p = 0,055$).

In der Literatur finden sich einerseits Studien, die einen Zusammenhang zwischen Implantatdurchmesser und Implantatüberleben nicht nachweisen konnten (CHUANG et al. 2002, PENARROCHA et al. 2002, RÄTZER KÜNZEL et al. 2002, BESCHNIDT et al. 2003, GENTILE et al. 2005, LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005, ROMEO et al. 2006b). Andere Untersuchungen hingegen konnten einen signifikanten Einfluss des Implantatdurchmessers belegen. So beobachteten IVANOFF et al. (1999) und SHIN et al. (2004) in Übereinstim-

mung mit unseren Studienergebnissen bei Implantatdurchmessern von bis zu 4 mm eine signifikant kleinere Verlustrate als bei Durchmessern über 5 mm (Tab. 26).

Tab. 26: Literaturübersicht: Einfluss des Implantatdurchmessers auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss des Implantatdurchmessers
IVANOFF et al. 1999	-- / 299	ja (Implantatverlust bei einem Durchmesser von 3,75 mm und 4,0 mm kleiner als bei 5,0 mm)
WINKLER et al. 2000	-- / 2917	ja (Implantatverlust bei einem Durchmesser von 3,0-3,9 mm größer als bei 4,0-4,9 mm)
CHUANG et al. 2002	677 / 2349	nein
PENARROCHA et al. 2002	114 / 441	nein
RÄTZER KÜNZEL et al. 2002	191 / 468	nein
BESCHNIDT et al. 2003	76 / 214	nein
SHIN et al. 2004	43 / 64	ja (Implantatverlust bei einem Durchmesser von 3,75 mm und 4,0 mm kleiner als bei 5,0 mm)
GENTILE et al. 2005	35 / 172	nein
LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005	-- / 1003	nein
ROMEO et al. 2006b	120 / 208	nein
EIGENE STUDIE	82 / 353	unifaktoriell: ja multifaktoriell: ja ($p = 0,055$) (Implantatverlust bei einem Durchmesser von 3,5 mm kleiner als bei 5,0 mm)

Das schlechtere Ergebnis für die größeren Implantatdurchmesser ist nach Auffassung von TARNOW et al. (2000) darauf zurückzuführen, dass bei nebeneinander stehenden Implantaten die Gefahr eines zu geringen interimplantären Abstands im Knochenbereich größer ist. Dies kann zur Folge haben, dass kein biologisch notwendiger interimplantärer Weichteilabschluss entsteht bzw. das notwendige interimplantäre Knochenseptum durch Resorption verloren geht. ENGLISH et al. (2000) gehen davon aus, dass es bei Implantaten mit einem Durchmesser von $\geq$ 5 mm aufgrund der Hitzeentstehung im Insertionsprozess zu einer Knochenschädigung kommen kann.

In Anbetracht der bislang vorliegenden Ergebnisse zur Bedeutung des Implantatdurchmessers für den Implantaterfolg haben sich Implantate mit einem Durchmesser von 3,5 bis 4,5 mm bewährt (WAGNER und AL NAWAS 2006).

- Implantatlänge

Auch zur Bedeutung der Implantatlänge finden sich in der Literatur kontroverse Ergebnisse. Während in einer Vielzahl von Untersuchungen gezeigt wurde, dass das Risiko für einen Implantatverlust bei kürzeren Implantaten größer ist als bei längeren (SNAUWAERT et al. 2000, WINKLER et al. 2000, CHUANG et al. 2002, NAERT et al. 2001, PENARROCHA et al. 2002, BESCHNIDT et al. 2003, WOO et al. 2004, HERRMANN et al. 2005), konnten andere Arbeitsgruppen einen Einfluss dieses Faktors nicht nachweisen (DE BRUYN et al. 1999, ECKERT et al. 2001, RÄTZER KÜNZEL et al. 2002, WILLER et al. 2002, GENTILE et al. 2005, LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005, ARLIN 2006, FERRIGNO et al. 2006, ROMEO et al. 2006) (Tab. 27). Auch in der vorliegenden Studie zeigte sich kein signifikanter Einfluss der Implantatlänge auf den Implantaterfolg.

Tab. 27: Literaturübersicht: Einfluss des Implantatlänge auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss der Implantatlänge
DE BRUYN et al. 1999	-- / 85	nein
SNAUWAERT et al. 2000	1315 / 4971	ja (Implantatverlustrate bei kürzeren Implantaten größer)
WINKLER et al. 2000	-- / 2917	ja (Implantatverlust bei kürzeren Implantaten größer)
ECKERT et al. 2001	63 / 85	nein
CHUANG et al. 2002	677 / 2349	ja (OR 0,7 für Implantatverlust bei längeren Implantaten)
NAERT et al. 2002	660 / 1956	ja (Implantatverlust bei kürzeren Implantaten größer)
PENARROCHA et al. 2002	114 / 441	ja (Implantatverlust bei kürzeren Implantaten größer)
RÄTZER KÜNZEL et al. 2002	191 / 468	nein
WILLER et al. 2002	222 / 510	nein
BESCHNIDT et al. 2003	76 / 214	ja (Implantatverlust bei einer Länge ≤ 10 mm größer als bei einer Länge > 10 mm)
WOO et al. 2004	677 / 677	ja (Implantatverlust bei kürzeren Implantaten größer)
GENTILE et al. 2005	35 / 172	nein
HERRMANN et al. 2005	487 / 487	ja (Implantatverlust bei kürzeren Implantaten größer)
LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005	-- / 1003	nein
ARLIN 2006	264 / 630	nein
FERRIGNO et al. 2006	323 / 588	nein
ROMEO et al. 2006	129 / 265	nein
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

Nach WAGNER und AL NAWAS (2006) bewegen sich die am häufigsten angewandten Implantatlängen zwischen 10 mm und 15 mm. Kurze Implantate können zur Reduktion des operativen Risikos (z.B. aufgrund kritischer anatomischer Strukturen wie N. alveolaris inferior), zur Vermeidung komplizierter chirurgischer Techniken und zur besseren Berücksichtigung prothetischer Belange indiziert sein (RENOUARD und RANGERT 2006). Als minimale Implantatlängen gelten nach Auffassung von WAGNER und AL NAWAS (2006) 6 bis 8 mm, wobei man die Anwendung dieser sehr kurzen Implantate aufgrund ihrer kritischen Langzeitprognose nur in Kombination mit weiteren Implantaten empfehlen kann (WINKLER et al. 2000).

Implantatlängen von 16 bis 18 mm gelten als klinische Obergrenze (WAGNER und AL NAWAS 2006). In der Mehrzahl der Fälle ergeben sich die maximalen Implantatlängen jedoch aus den anatomischen Grenzen wie Nervverlauf oder Nasen- bzw. Kieferhöhlenboden, so dass ein Entscheidungsspielraum für den Behandler oft nur im anterioren Unterkiefer besteht.

- Art der Einheilung

Ein wesentliches Differenzierungsmerkmal der Implantatsysteme bezüglich der Weichgewebsanlagerung aus chirurgischer Sicht ist die Art der Einheilung des Implantats. Es gibt einerseits geschlossen submukös einheilende, zweiphasige Systeme, bei denen eine zweite sog. Freilegungsoperation durchgeführt werden muss. Andererseits gibt es transgingival einheilende Implantatsysteme, die nur eine Operation benötigen, weil ein Teil des Implantates bereits während der Einheilphase die Schleimhaut perforiert und in die Mundhöhle reicht (WAGNER und AL NAWAS 2006, KOECK und WAGNER 2006).

Ein signifikanter Einfluss der gedeckten oder offenen Einheilung auf den Implantaterfolg konnte in unserem Patientenkollektiv in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von ENGQUIST et al. (2005) sowie LEMMERMAN und LEMMER-

MAN (2005) nicht nachgewiesen werden. Häufiger finden sich in der Literatur jedoch Hinweise auf einen signifikant höheren Implantatverlust bei offen einheilenden Implantatsystemen (CHUANG et al. 2002, VEHEMENTE et al. 2002, MC DERMOTT et al. 2003, BAELUM und ELLEGAARD 2004, FRIBERG et al. 2005, McDERMOTT et al. 2006) (Tab. 28).

Tab. 28: Literaturübersicht: Einfluss der Art der Einheilung auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss der Art der Einheilung
CHUANG et al. 2002	677 / 2349	ja (OR 0,3 für Implantatverlust bei gedeckter Einheilung)
VEHEMENTE et al. 2002	677 / 677	ja (Implantatverlust offene Einheilung > gedeckte Einheilung)
MC DERMOTT et al. 2003	677 / 2349	ja (OR 2,6 für Implantatverlust bei offener Einheilung)
BAELUM und ELLEGAARD 2004	108 / 258	5-Jahres-Überleben: nein 10-Jahres-Überleben: ja (Implantatverlust offene Einheilung > gedeckte Einheilung)
ENGQUIST et al. 2005	108 / 432	nein
FRIBERG et al. 2005	152 / 750	implantatbezogene Auswertung: ja (Implantatverlust offene Einheilung > gedeckte Einheilung) patientenbezogene Auswertung: nein
LEMMERMAN und LEMMERMAN 2005	-- / 1003	nein
McDERMOTT et al. 2006	318 / 762	ja (Implantatverlust offene Einheilung > gedeckte Einheilung)
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

- Einheilungszeit

Bei den enossalen Implantaten gilt heute der funktionell belastbare, unmittelbare Implantat-Knochen-Kontakt, die sog. Osseointegration, als die günstigste realisierbare Einheilungsform. Damit diese verlässlich erreicht werden kann, hat sich wie bei der allgemeinen Frakturheilung eine Entlastung oder zumindest eine subkritische Belastung ohne Druckschädigung oder Relativbewegung zwischen Lager und Implantat bewährt.

Im Unterkiefer wird im Allgemeinen eine Einheilungszeit von ca. drei Monaten empfohlen, wobei man bei sehr spongiösen Knochenarealen im Seitenzahngebiet auch bis zu sechs Monate abwarten kann. Im eher spongiösen Oberkiefer wird mindestens vier, meist sogar sechs Monate bis zur Belastung der Implantate abgewartet. Neben der Orientierung an der Implantatlokalisation in Ober- oder Unterkiefer werden vor allem die regionale Knochenstruktur bzw. die Regenerationspotenz des Knochens als Kriterien für eine modifizierte Einheilungszeit empfohlen. Besonders nach zusätzlichen Maßnahmen wie der gesteuerten Geweberegeneration oder nach Osteoplastiken wird die Einheilungszeit auf sieben bis neun Monate verlängert, bei erwarteter verzögerter Knochenregeneration (z.B. nach Radiatio sowie anderen Risikofaktoren) verlängert sich die Einheilungszeit auf ein Jahr (MOY et al. 2003, WEIBRICH und WAGNER 2006).

Die Einheilungszeit der Implantate bis zur Belastung betrug im untersuchten Patientenkollektiv durchschnittlich 9 Monate. Ein Zusammenhang zwischen der Einheilungszeit und dem Implantaterfolg bestand erwartungsgemäß nicht. Vergleichsdaten aus der Literatur konnten zu dieser Frage nicht ermittelt werden.

4.3.4 Restaurationsabhängige Faktoren

- Art der provisorischen Versorgung

In der Phase der Wundheilung und der knöchernen Einheilung sollte die mechanische Fehlbelastung der einheilenden Implantate vermieden werden. Damit kommt der provisorischen Interimsversorgung eine wichtige Bedeutung für den Erfolg der Implantation zu. Es ist selten, dass der Patient einverstanden ist, vom Zeitpunkt der Extraktion bis zum Einsetzen der implantatgetragenen Versorgung ohne Zähne zu bleiben. Es gibt eine Reihe von Lösungen für die Praxis, die allesamt Vor- und Nachteile haben.

Die parodontal an der Restbezahnung sicher abgestützte Prothese oder eine etwas aus der Okklusion genommene provisorische Versorgung mit Kronen oder Brücken stellt die beste Lösung dar, ist aber aufgrund der lokalen Voraussetzungen oder aus Kostengründen oft nicht realisierbar (RENOUARD und RANGERT 2006, WEIBRICH und WAGNER 2006).

Eine herausnehmbare, rein gingival getragene Prothese kann, auch wenn sie mit weich bleibenden Unterfütterungen versehen ist, Druck auf das operierte Gebiet ausüben und damit Mikrobewegungen der darunterliegenden Implantate bewirken. Aus diesem Grund sollten rein schleimhautgetragene Prothesen während der Wundheilung ca. 8 bis 14 Tage möglichst nicht getragen werden. Danach sollte das Freischleifen der Implantatregion an der Prothese zu einer Vermeidung von Fehlbelastungen der Implantate führen (ZINNER und PANNO 2005, CACACI et al. 2006, RENOUARD und RANGERT 2006).

Vor allem bei atrophen zahnlosen Unterkiefersituationen ist dies jedoch nur sehr bedingt realisierbar. Eine Alternative dazu stellt ein auf sog. Interimsimplantaten getragener Zahnersatz dar. Obwohl auf diese Weise keinerlei Druck auf die später prothetisch zu versorgenden Implantate ausgeübt wird, ist

die Aufwand-Nutzen-Relation dieser Vorgehensweise einzelfallabhängig kritisch zu bewerten.

In unserem Untersuchungskollektiv wurden 46,2% der Patienten während der Einheilungsphase im Oberkiefer mit einer rein gingival getragenen Interimsprothese provisorisch versorgt, im Unterkiefer lag der Anteil mit 1,9% deutlich niedriger. Dagegen dominierten im Unterkiefer mit einer Häufigkeit von 77,8% dental-gingival gelagerte Interimsversorgungen, während ihr Anteil im Oberkiefer nur bei 33,3% lag. Eine stabil dental gelagerte Interimsversorgung war im Oberkiefer in 20,5% und im Unterkiefer in 20,4% der Fälle möglich. Ein signifikanter Einfluss der Art der provisorischen Versorgung auf den Implantaterfolg konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht nachgewiesen werden. Vergleichsdaten zum Zusammenhang zwischen provisorischer Versorgung während der Einheilzeit und Implantatüberleben konnten in der Literatur nicht ermittelt werden.

- Art der prothetischen Versorgung

Der Ersatz eines einzelnen Zahnes stellte bei günstigen anatomischen Voraussetzungen seit jeher eine Indikation für ein Einzelzahnimplantat dar (SCHULTE und HEIMKE 1976). Heute wird bei dieser Indikation ein Implantat auch dann in Erwägung gezogen, wenn die Nachbarzähne bereits Zahnhartsubstanzdefekte aufweisen und daher eine konventionelle Brückenversorgung naheliegend wäre. Einzelkronen machten in der vorliegenden Untersuchung 20,5% bzw. 20,4% der Restaurationen in Ober- bzw. Unterkiefer aus.

Häufig werden Implantate auch im stark reduzierten Restgebiss oder im zahnlosen Kiefer inseriert, um die Lagestabilität bzw. Kinematik und damit die Lebensdauer von herausnehmbaren Prothesen entscheidend zu verbessern (RICHTER 2006). Dies war im untersuchten Patientengut bei 69,2% der Oberkieferrestaurationen und 72,2% der Unterkieferrestaurationen der Fall.

Die Art der prothetischen Versorgung hatte in unserer Studie keinen Einfluss auf den Implantaterfolg, was den Beobachtungen von NAERT et al. (2002), ROMEO et al. (2004) und WOO et al. (2004) entspricht. Andere Literaturquellen belegten dagegen einen signifikant höheren Implantatverlust bei Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz im Gegensatz zu Patienten mit einem Einzelzahnersatz (CHUANG et al. 2002, MOHENG und FERYN 2005, SIMUNEK et al. 2005) (Tab. 29).

Tab. 29: Literaturübersicht: Einfluss der Art der prothetischen Versorgung auf Implantaterfolg bzw. Implantatüberleben

Autor	Anzahl der Patienten / Implantate	Signifikanter Einfluss der Art der prothetischen Versorgung
CHUANG et al. 2002	677 / 2349	ja (OR 2,4 für Implantatverlust bei herausnehmbarem Zahnersatz vs. Einzelkrone)
NAERT et al. 2002	660 / 1956	nein
ROMEO et al. 2004	250 / 759	nein
WOO et al. 2004	677 / 677	nein
MOHENG und FERYN 2005	93 / 266	ja (Implantatverlust bei herausnehmbarem Zahnersatz größer als bei Einzelkrone)
SIMUNEK et al. 2005	169 / 391	ja (Implantatverlust bei herausnehmbarem Zahnersatz größer als bei Einzelkrone)
EIGENE STUDIE	82 / 353	nein

4.4 Beantwortung der Fragestellungen

Die eingangs gestellten Fragen können anhand der vorliegenden Studienergebnisse folgendermaßen beantwortet werden:

1. *Welche patienten-, implantat- und restaurationsabhängigen Implantaterfolgsraten lassen sich in einem Risikokollektiv erzielen ?*

Insgesamt wurden innerhalb des Beobachtungszeitraums von durchschnittlich 34,7 ± 18,6 Monaten bei 82 Patienten mit 353 Implantaten 7 Implantatmisserfolge registriert. In der patientenbezogenen Auswertung wurde je 1 zufällig ausgewähltes Implantat pro Patient berücksichtigt. Unter diesen 82 zur Auswertung herangezogenen Implantaten befand sich ein Misserfolg (1,2%) in Form einer Periimplantitis. Die kumulierte 1-Jahres-Erfolgsrate lag bei 100%, nach 5 Jahren betrug der entsprechende Wert 98,5%. Bei der implantatbezogenen Auswertung unter Berücksichtigung aller 353 Implantate lag die kumulierte 1-Jahres-Erfolgsrate bei 100% und die 5-Jahres-Erfolgsrate bei 99,7%. Nach diesem 5-Jahres-Zeitraum war allerdings ein deutlicher Rückgang der kumulierten Implantaterfolgsrate auf etwa 84% nach ca. 6 Jahren zu verzeichnen. Bei der restaurationsbezogenen Auswertung wurde jeweils die Gesamtheit der Implantatpfeiler betrachtet, auf denen eine Restauration basierte. Eine Restauration wurde als Misserfolg eingestuft, wenn nicht alle im Rahmen der prothetischen Versorgung des Patienten inserierten Implantate intakt waren. Unter Berücksichtigung dieser Definition mussten 4 Restaurationen (4,9%) als Misserfolg gewertet werden. Die kumulierte 1-Jahres-Erfolgsrate der prothetischen Restaurationen betrug 100%, nach 5 Jahren lag die Rate bei ca. 98%. Nach 6 Jahren fiel die kumulierte Erfolgswahrscheinlichkeit der Restaurationen auf ca. 64% ab.

Die Implantaterfolgsraten nach einem und nach fünf Jahren waren im analysierten Risikokollektiv im Vergleich zu den Ergebnissen, die andere Autoren in

gemischten Kollektiven unterschiedlicher Zusammensetzung erzielen konnten, sehr gut. Auffällig ist jedoch die deutliche Zunahme von Misserfolgen nach einer Beobachtungszeit von über fünf Jahren, da 6 der 7 Implantatmisserfolge (4 Implantatlockerungen, 2 Periimplantitiden) nach einer Beobachtungsdauer von 64 bis 68 Monaten aufgetreten waren. Mögliche Gründe für diese späten Misserfolge wurden im Kapitel 4.2. erörtert.

Insgesamt kann jedoch festgehalten werden, dass in dem untersuchten Kollektiv von Risikopatienten in den ersten fünf Jahren gute bis sehr gute Implantaterfolgsraten erzielt werden konnten.

2. *Welchen Einfluss haben die definierten Risikofaktoren auf den Implantaterfolg ?*

Im vorliegenden Untersuchungskollektiv waren Besonderheiten in der allgemeinmedizinischen Anamnese, intraorale Besonderheiten sowie die Durchführung einer Augmentation als Risikofaktoren definiert. Eine statistische Analyse des Einflusses auf den Implantaterfolg war für die Parameter Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Allergien, Rheuma/Arthritis, Diabetes, Asthma, Z.n. Radiatio, Zigarettenrauchen, Xerostomie, Bruxismus und Augmentation möglich.

Die unifaktorielle Auswertung ergab, dass Implantate von Patienten, die in ihrer Anamnese das Vorliegen einer Allergie angaben, während des gesamten Beobachtungszeitraums statistisch signifikant häufiger erfolgreich waren als Implantate von Patienten ohne allergische Anamnese (kumulierte Erfolgsrate nach ca. 6 Jahren: 100% vs. 77%; $p = 0,042$). Bei Implantaten von Patienten mit Bruxismus war eine signifikant niedrigere Implantaterfolgsrate nachweisbar als wenn kein Bruxismus vorlag (kumulierte Erfolgsrate nach ca. 6 Jahren: 66% vs. 94%; $p = 0,027$). Für alle anderen untersuchten Faktoren bestand kein statistisch signifikanter Einfluss auf den Implantaterfolg. In der multifaktoriellen

Analyse konnte auch der in der univarianten Analyse signifikante Einfluss der Faktoren Allergie und Bruxismus nicht mehr nachgewiesen werden.

Zusammenfassend konnte in der vorliegenden Untersuchung für keinen der definierten Risikofaktoren ein statistisch signifikanter Einfluss auf den Implantaterfolg gezeigt werden. Für die Untersuchungsparameter Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Tab. 15, S. 55), Asthma (Tab. 16, S. 57) und Xerostomie (S. 66/67) entspricht dies der mehrheitlichen Auffassung anderer Autoren.

Ebenfalls abweichend von dem Ergebnis der vorliegenden Studie wird in der Literatur mehrheitlich ein statistisch signifikanter Einfluss einer Radiatio auf den Implantaterfolg angegeben (Tab. 18, S. 61). Da jedoch eine implantatprothetische Versorgung gerade in dieser Patientengruppe eine deutliche Steigerung der Lebensqualität bewirken kann, sollte diese Vorgehensweise trotz des eventuell verminderten Implantaterfolgs in jedem Fall als Behandlungsoption in Erwägung gezogen werden. Nach vorausgegangener Radiatio wird eine gedeckte Einheilphase für Implantate von 6-8 Monaten empfohlen, während nach Implantation im nicht bestrahlten Knochen meist Einheilphasen von 3-6 Monaten ausreichen.

Für den Faktor Zigarettenrauchen wurden in der Literatur überwiegend Ergebnisse erzielt, die mit dem Resultat der vorliegenden Studie nicht übereinstimmen. So ist man in der Literatur nahezu einstimmig der Meinung, dass bei Rauchern ein größerer Implantatverlust zu beobachten ist als bei Nichtrauchern (Tab. 19, S. 64/65).

Bei anderen Faktoren hingegen war die Bewertung in der Literatur uneinheitlich. Dies gilt einerseits für den Einfluss von Diabetes mellitus auf den Implantaterfolg (Tab. 17, S. 59). Um das Risiko eines Implantatmisserfolges bei Diabetikern zu minimieren, ist eine Kontrolle des HbA_1-Wertes vor der Implantation sowie im weiteren Verlauf zu empfehlen. Darüber hinaus muss eine antibioti-

sche Abdeckung vor und nach dem operativen Eingriff sowie eine Vermeidung von jeglichem Druck auf das Wundgebiet gewährleistet sein.

Teilweise abweichende Einschätzungen finden sich auch zum Einfluss von Bruxismus auf den Erfolg einer implantatprothetischen Versorgung (Tab. 20, S. 68). Um die Gefahr eines Implantatmisserfolges zu minimieren, muss der Bruxismus bei der Planung der implantatprothetischen Versorgung sowie bei der Gestaltung der Suprakonstruktion berücksichtigt werden, um die Belastung der Implantate möglichst gering zu halten.

Für die Bedeutung des Faktors Augmentation, für den in der vorliegenden Studie kein signifikanter Einfluss auf den Implantaterfolg nachzuweisen war, erbrachte die Analyse des internationalen Schrifttums uneinheitliche Ergebnisse. Es fanden sich gleichermaßen Studien, die sich für oder gegen den Einfluss einer Augmentation auf den Implantaterfolg aussprechen (Tab. 21, S. 70/71).

Es bleibt festzuhalten, dass verschiedene Faktoren (Zigarettenrauchen, Diabetes, Radiatio, Bruxismus) zu einer Verschlechterung der Implantaterfolgsrate führen können. Dies bedeutet jedoch nicht, dass eine implantatprothetische Versorgung dieser Patienten generell kontraindiziert ist. Vielmehr ist im Einzelfall eine Risiko-Nutzen-Abwägung erforderlich. Mit Hilfe der verfügbaren operativen Augmentationstechniken ist es möglich, das Indikationsspektrum der Implantatbehandlung deutlich zu erweitern und lokale Indikationseinschränkungen zu überwinden, sofern der Patient den notwendigen chirurgischen Mehraufwand akzeptiert.

3. *Welchen Einfluss haben patientenabhängige Faktoren auf den Implantaterfolg ?*

Ein statistisch signifikanter Einfluss der patientenabhängigen Faktoren Alter und Geschlecht konnte im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht

nachgewiesen werden. Dies bestätigt die mehrheitliche Auffassung anderer Autoren (Tab. 22, S. 73; Tab. 23, S. 74).

4. *Kann man durch die Berücksichtigung bestimmter modifizierbarer implantat- und restaurationsabhängiger Faktoren bei der Planung und Durchführung der implantatprothetischen Versorgung zur Verbesserung der Implantaterfolgsrate in einem Risikokollektiv beitragen ?*

Im untersuchten Risikokollektiv kamen folgende implantatabhängige Faktoren zur Auswertung: Implantatlokalisation OK/UK, Anzahl der Implantate, Implantatdurchmesser, Implantatlänge, Art der Einheilung, Einheilungszeit. Zudem wurde der Einfluss der provisorischen und der prothetischen Versorgung als restaurationsabhängige Faktoren analysiert.

In der unifaktoriellen Untersuchung zeigten die Faktoren Implantatlänge, Art der Einheilung und Einheilungszeit keinen signifikanten Einfluss auf den Implantaterfolg. Der Einfluss des Faktors „Implantatlokalisation OK/UK“ war nur knapp nicht statistisch signifikant ($p = 0,082$); im Oberkiefer lokalisierte Implantate wiesen nach ca. 6 Jahren eine kumulierte Erfolgsrate von 68% auf im Vergleich zu einem Anteil von 91% bei einer Implantatlokalisation im Unterkiefer auf. Als signifikant erwies sich der Einfluss des Implantatdurchmessers, wobei die kumulierte Erfolgswahrscheinlichkeit nach 6 Jahren 94% für einen Durchmesser von 3,5 mm und 70% für einen Durchmesser von 5,0 mm betrug ($p = 0,037$). In der multifaktoriellen Analyse hingegen konnte der statistisch signifikante Einfluss der Implantatlokalisation im Ober- bzw. Unterkiefer nicht mehr nachgewiesen werden. Lediglich der Einfluss des Implantatdurchmessers war hier knapp signifikant ($p = 0,055$).

Die Analyse des internationalen Schrifttums erbrachte uneinheitliche Ergebnisse hinsichtlich des Einflusses der untersuchten implantat- und restaurationsabhängigen Faktoren auf den Implantaterfolg. Für jeden einzelnen Parameter

sind in gleichem Maße Studien zu finden, die sich für oder gegen einen signifikanten Einfluss aussprechen (Tab. 24-29, S. 75-87).

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung an einem Risikokollektiv sowie die Literaturauswertung lassen den Schluss zu, dass eine Verbesserung der Implantaterfolgsrate durch die Modifikation bestimmter implantat- und restaurationsabhängiger Faktoren nicht möglich ist. Vielmehr ist bei jedem Patienten eine individuelle Planung und Durchführung der implantatprothetischen Versorgung erforderlich, um den bestmöglichen Behandlungserfolg zu erzielen.

4.5 Schlussfolgerungen

Wie die Ergebnisse der vorliegenden Studie belegten, können auch in einem Kollektiv von Risikopatienten gute bis sehr gute Implantaterfolgsraten erreicht werden. Zur Erzielung eines bestmöglichen Behandlungserfolges ist eine individuelle Planung und Durchführung der implantatprothetischen Versorgung erforderlich, da ein zu verallgemeinernder Einfluss von implantations- und restaurationsabhängigen Faktoren auf den Implantaterfolg nicht nachgewiesen werden konnte.

Wenngleich verschiedene Faktoren zu einer Verschlechterung der Implantaterfolgsrate führen können, bedeutet dies nicht, dass eine implantatprothetische Versorgung dieser Patienten generell kontraindiziert ist. In der Stellungnahme der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ZAHN-, MUND- UND KIEFERHEILKUNDE (2005) wird daher auch von „Indikationseinschränkungen“ gesprochen und auf den bisher in der Literatur häufig verwendeten Begriff der absoluten und relativen Kontraindikation verzichtet. Vielmehr sollte im Einzelfall eine Risiko-Nutzen-Abwägung vorgenommen werden. In einem biologisch-dynamischen Organismus kann ein Abwägen jedoch keinen mathematischen

Charakter haben, sondern bleibt letztlich die Entscheidung des Patienten nach Aufklärung und Aussprache mit den Behandlern auf der Basis ihrer Empfehlungen (KOECK und WAHL 2006).

Vor diesem Hintergrund wird die hohe Verantwortung des Zahnarztes und der konsultierten Ärzte deutlich, wenn es darum geht, das Risiko-/Nutzen-Profil von Fall zu Fall zu definieren. Daher hat bei der Behandlung von Risikopatienten die interdisziplinäre Kooperation nicht nur innerhalb der Zahnmedizin (Zahnärzte, Oralchirurgen, Kieferchirurgen), sondern auch in der Zusammenarbeit mit den behandelnden ärztlichen Kollegen anderer Fachdisziplinen eine besondere Bedeutung.

5 Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Studie kamen die Daten zum Erfolg der implantatprothetischen Versorgung von 82 Risikopatienten zur Auswertung, wobei (a) Besonderheiten in der allgemeinmedizinischen Anamnese (n = 60), (b) Besonderheiten im Mundbefund (n = 16) und (c) die Durchführung einer Augmentation (n = 39) als Risikofaktoren definiert waren.

Insgesamt wurden innerhalb des Beobachtungszeitraums von durchschnittlich 34,7 ± 18,6 Monaten bei 82 Patienten mit 353 Implantaten 7 Implantatmisserfolge registriert. In der patientenbezogenen Auswertung von 82 zufällig ausgewählten Implantaten betrug die kumulierte Erfolgsrate 100% nach 1 Jahr und 98,5% nach 5 Jahren. Bei der implantatbezogenen Auswertung unter Berücksichtigung aller 353 Implantate lag die kumulierte 1-Jahres-Erfolgsrate bei 100% und die 5-Jahres-Erfolgsrate bei 99,7%. Nach diesem 5-Jahres-Zeitraum war allerdings ein deutlicher Rückgang der kumulierten Implantaterfolgsrate auf etwa 84% nach ca. 6 Jahren zu verzeichnen. Die kumulierte 1-Jahres-Erfolgsrate belief sich bezogen auf die prothetischen Restaurationen auf 100%, nach 5 Jahren lag die Rate bei ca. 98%. Nach 6 Jahren fiel die kumulierte Erfolgswahrscheinlichkeit der Restaurationen auf ca. 64% ab. Die Ergebnisse belegen, dass in dem untersuchten Kollektiv von Risikopatienten in den ersten fünf Jahren gute bis sehr gute Implantaterfolgsraten erzielt werden konnten.

Im Rahmen der Analyse des Einflusses der definierten Risikofaktoren (Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Allergien, Rheuma/Arthritis, Diabetes, Asthma, Z.n. Radiatio, Zigarettenrauchen, Xerostomie und Bruxismus, Augmentation) auf die Implantaterfolgsrate bestätigte sich der sich in der unifaktoriellen Analyse abzeichnende signifikante Einfluss der Faktoren Allergie und Bruxismus in der multifaktoriellen Analyse nicht. Wenngleich nach Auffassung der Literatur verschiedene Faktoren (Diabetes, Radiatio, Zigarettenrauchen, Bruxismus) zu einer Verschlechterung der Implantaterfolgsrate führen können, bedeutet dies nicht, dass eine implantatprothetische Versorgung dieser Patienten generell

kontraindiziert ist. Vielmehr ist eine individuelle Risiko-Nutzen-Abwägung erforderlich. Ein Einfluss der patientenabhängigen Faktoren Alter und Geschlecht konnte nicht nachgewiesen werden.

Das vorliegende Risikokollektiv wurde auch in Hinblick auf einen Einfluss verschiedener implantatabhängiger Faktoren (Implantatlokalisation OK/UK, Anzahl der Implantate, Implantatdurchmesser, Implantatlänge, Art der Einheilung, Einheilungszeit) sowie restaurationsabhängiger Faktoren (Art der provisorischen und der prothetischen Versorgung) auf den Implantaterfolg analysiert. Hierbei erwies sich in der unifaktoriellen Analyse lediglich der Einfluss des Implantatdurchmessers als signifikant, wobei die kumulierte Erfolgswahrscheinlichkeit nach 6 Jahren 94% für einen Durchmesser von 3,5 mm und 70% für einen Durchmesser von 5,0 mm betrug ($p = 0,037$). In der multifaktoriellen Analyse bestätigte sich dieser Einfluss als knapp signifikant ($p = 0,055$). Die Analyse des internationalen Schrifttums erbrachte uneinheitliche Ergebnisse hinsichtlich des Einflusses der untersuchten implantat- und restaurationsabhängigen Faktoren auf den Implantaterfolg; für jeden einzelnen Parameter sind etwa vergleichbar viele Studien zu finden, die sich für oder gegen einen signifikanten Einfluss aussprechen. Demnach ist eine Verbesserung der Implantaterfolgsrate durch die Modifikation bestimmter implantat- und restaurationsabhängiger Faktoren nicht möglich. Zur Erzielung des bestmöglichen Behandlungserfolges ist bei jedem Patienten eine individuelle Planung und Durchführung der implantatprothetischen Versorgung erforderlich.

Aufgrund der nachweislich guten Implantaterfolgsrate in einem reinen Risikokollektiv sollte zukünftig nur noch von „Indikationseinschränkungen“ gesprochen und auf den bisher in der Literatur häufig verwendeten Begriff der absoluten und relativen Kontraindikation verzichtet werden. Das individuelle Risiko muss von Fall zu Fall in einer Risiko-Nutzen-Abwägung bestimmt werden, wobei der interdisziplinären Kooperation nicht nur innerhalb der Zahnmedizin (Zahnärzte, Oralchirurgen, Kieferchirurgen), sondern auch in der Zusammenarbeit mit den behandelnden ärztlichen Kollegen anderer Fachdisziplinen eine besondere Bedeutung zukommt.

6 Summary

Within the scope of this study, data regarding the success of implant-prosthetic care of 82 high-risk patients was analyzed, defining (a) anomalies in the general medical anamnesis n = 60), (b) oral pathologies (n = 16) and (c) augmentation (n = 39) as high-risk factors.

A total of 7 implant failures was recorded in 82 patients with 353 implants during the observation period averaging 34,7 $\pm$ 18,6 months. The cumulative success rate in the patient-related analysis of 82 randomly selected implants was 100% after one year and 98,5% after five years. The implant-related analysis in consideration of all 353 implants showed a cumulative one-year success rate of 100% and a five-year success rate of 99,7%. However, after this five-year period, a significant decrease of the cumulative implant success rate to approx. 84% after six years was recorded. The cumulative one-year success rate relating to the prosthetic restorations was 100%, after five years it was approx. 98%. After six years, the cumulative success probability of the restorations dropped to approx. 64%. These results show that within the examined group of high-risk patients, good and very good implant success rates could be achieved during the first five years.

Furthermore, the impact of the defined risk factors on the implant success (cardiovascular diseases, allergies, rheumatism/arthritis, diabetes, asthma, radiation, cigarette smoking, xerostomia, bruxism, augmentation) was examined. The significant impact of the factors allergy and bruxism, emerging during the unifactorial analysis, was not confirmed during the multifactorial analysis. Although according to literature, several factors (diabetes, radiation, cigarette smoking, bruxism) can lead to an impairment of the implant success rate, this does not mean that implant-prosthetic care of these patients is generally counter-

indicated. In fact, an individual risk-benefit analysis is required. An impact of the patient-dependent factors age and sex could not be demonstrated.

The high-risk group in this study was also analysed regarding a possible impact of various implant-dependent factors (implant localisation OK/UK, number of implants, implant diameter, implant length, kind of implant healing, healing time) as well as restoration-dependent factors (kind of provisional and prosthetic care) on the implant success. In this connexion, only the impact of the implant diameter proved significant during the unifactorial analysis, whereas after six years, the cumulative success probability was 94% for a 3,5 mm diameter and 70% for a 5,0 mm diameter ($p = 0,037$). During the multifactorial, this impact was confirmed scarcely significant ($p = 0,055$). An analysis of international literature generated inconsistent results regarding the impact of analysed implant- and restoration-dependent factors on the implant success; for each parameter, a comparable amount of studies speaking for or against a significant impact. As a result, an improvement of the implant success rate by modification of specific implant- and restoration-dependent factors is not possible. To achieve the best possible therapy outcome, individual planning and accomplishment of the implant-prosthetic care is required. Due to the demonstrably good implant success rate in a pure high-risk group, only the term "indication restrictions" should be used in the future, rather than the term "absolute and relative counterindication", which is currently often found in literature. The individual risk has to be determined in a risk-benefit analysis as the case arises, whereas particular relevance is given to interdisciplinary co-operation, not only in dentistry (dentists, oral surgeons), but also in co-operation with physicians of other disciplines.

7 Literaturverzeichnis

1. Albrektsson T, Isidor F (1994)
Consensus report of session IV.
In: Lang NP, Karring T (eds): Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology.
Quintessence, London, 365-383.

2. Albrektsson T, Zarb GA, Worthington P, Eriksson AR (1986)
The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success.
Int J Oral Maxillofac Impl 1: 11-25.

3. Al-Omiri M, Hantash RA, Al-Wahadni A (2005)
Satisfaction with dental implants: a literature review.
Implant Dent 14: 399-408.

4. Arlin ML (2006)
Short dental implants as a treatment option: results from an observational study in a single private practice.
Int J Oral Maxillofac Implants 21: 769-776.

5. Baelum V, Ellegaard B (2004)
Implant survival in periodontally compromised patients.
J Periodontol 75: 1404-1412.

6. Bain CA (1996)
Smoking an implant failure. Benefits of a smoking cessation protocol.
Int J Oral Maxillofac Implants 11: 756-759.

7. Bain CA, Moy PK (1993)
The association between the failure of dental implants and cigarette smoking.
Int J Oral Maxillofac Implants 8: 609-615.

8. Balshi TJ, Wolfinger GJ (1999)
Dental implants and the diabetic patient: a retrospective study.
Implant Dent 8: 355-359.

9. Becktor JP, Isaksson S, Sennerby L (2004)
Survival analysis of endosseous implants in grafted and nongrafted edentulous maxillae.
Int J Oral Maxillofac Implants 19: 107-115.

10. Behneke A, Behneke N (2006a)
Komplikationen in der Belastungsphase und ihre Therapiemöglichkeiten.
In: Koeck B, Wagner W (Hrsg): Implantologie.
Urban & Fischer, München – Jena, 351-383.

11. Behneke A, Behneke N (2006b)
Recall und Nachsorge.
In: Koeck B, Wagner W (Hrsg): Implantologie.
Urban & Fischer, München – Jena, 316-350.

12. Behnke A, Behneke N, d'Hoedt B, Wagner W (1998)
Hard and soft tissue reactions to ITI screw implants: 3-year longitudinal results of a prospective study.
Int J Oral Maxillofac Surg 57: 907-913.

13. Behneke A, Behneke N, d'Hoedt B, Wagner W (1998)
Diabetes mellitus – ein Risikofaktor für enossale Implantate im zahnlosen Unterkiefer?
Dtsch Zahnärztl Z 53: 322-327.

14. Beikler T, Flemming TF (2003)
Implants in the medically compromised patient.
Crit Rev Oral Biol Med 14: 305-316.

15. Bergendal T, Engquist B (1998)
Implant-supported overdentures: a longitudinal prospective study.
Int J Oral Maxillofac Implants 13: 253-262.

16. Bernard JP, Belser UC, Marchand D, Gebran G (1996)
Implants et edentments partiels: aspects chirurgicaux et prothetiques.
Cahiers Proth 96: 85-95.

17. Bert M, Missika P, Giovannoli J-L (2005)
Ätiologie der biologischen Komplikationen.
In: Bert M, Missika P, Giovannoli J-L (Hrsg): Management der Implantat-Komplikationen.
Quintessenz, Berlin 2005, 227-237.

18. Beschnidt SM, Muche R, Krausse A, Strub JR (2003)
Implantologische Überlebens- und Erfolgsraten beim teilbezahnten Patienten – Teil 1.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 113: 396-403.

19. Binon PP (2005)
Thirteen-year-follow-up of a mandibular implant-supported fixed complete denture in a patient with Sjogren´s syndrome: a clinical report.
J Prosthet Dent 94: 409-413.

20. Blanchaert RH (1998)
Implants in the medically challenged patient.
Dent Clin North Am 42: 35-45.

21. Brånemark PI, Breine U, Adell R, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson Å (1969)
Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies.
Scand J Plast Reconstr Surg 3: 81-100.

22. Bryant SR, Zarb GA (1998)
Osseointegration of oral implants in older and younger adults.
Int J Oral Maxillofac Implants 13: 492-499.

23. Buch RS, Weibrich G, Wegener J, Wagner W (2002)
Patientenzufriedenheit in der Implantologie.
Mund Kiefer Gesichtschir 6: 433-436.

24. Buser D, Bragger U, Lang NP, Nymann S (1990)
Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration.
Clin Oral Impl Res 1: 22-32.

25. Buser D, Ingimarsson S, Dula K, Lussi A, Hirt HP, Belser UC (2002)
Long term stability of osseointegrated implants in augmented bone: a 5-year prospective study in partially edentulous patients.
Int J Periodontics Restorative Dent 22: 109-117.

26. 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 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants.
Clin Oral Implants Res 8: 161-172.

27. Buser D, von Arx T, ten Bruggenkate C, Weingart D (2000)
Basic surgical principles with ITI implants.
Clin Oral Implants Res 11 (Suppl 1): 59-68.

28. Cacaci C, Neugebauer J, Schlegel A, Seidel F (2006)
Checklisten der Zahnmedizin: Orale Implantologie.
Thieme, Stuttgart – New York.

29. Cao Y, Weischer T (2003)
Comparison of maxillary implant-supported prosthesis in irradiated and non-irradiated patients.
J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci 23: 209-212.

30. Chuang SK, Wie LJ, Douglass CW, Dodson TB (2002)
Risk factors for dental implant failure: a strategy for the analysis of clustered failure-time observations.
J Dent Res 81: 572-577.

31. Coulthard P, Esposito M, Worthington HV, Jokstad A (2003)
Therapeutic use of hyperbaric oxygen for irradiated dental implant patients: a systematic review.
J Dent Educ 67: 64-68.

32. Davarpanah M, Martinez H, Celletti R, Alcoforado G, Tecucianu JF, Etienne D (2001)
Osseotite implant: 3-year prospective multicenter evaluation.
Clin Implant Dent Relat Res 3: 111-118.

33. De Bruyn H, Collaert B (1994)
The effect of smoking on early implant failure.
Clin Oral Implant Res 5: 260-264.

34. De Bruyn H, Collaert B, Linden U, Johansson C, Albrektsson T (1999)
Clinical outcome of Screw Vent Implants. A 7-year prospective follow-up study.
Clin Oral Implants Res 10: 139-148.

35. De Leonardis D, Garg AK, Pecora GE (1999)
Osseointegration of rough acod-etched titanium implants: 5-year follow-up of 100 minimatic implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 14: 384-391.

36. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (2005)
Implantologie in der Zahnheilkunde. Wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK.
Dtsch Zahnärztl Z 60: 915-916.

37. Eckert SE, Choi Y-G, Koka S (2003)
Methods for comparing the results of different studies.
Int J Oral Maxillofac Implants 18: 697-705.

38. Eckert SE, Meraw SJ, Weaver AL, Lohse CM (2001)
Early experience with Wide-Platform Mk II implants. Part I: Implant survival. Part II: Evaluation of risk factors involving implant survival.
Int J Oral Maxillofac Implants 16: 208-216.

39. Ekfeldt A, Christiansson U, Eriksson T, Linden U, Lundqvist S, Rundcrantz T, Johansson LA, Nilner K, Billstrom C (2001)
A retrospective analysis of factors associated with multiple implant failures in maxillae.
Clin Oral Implants Res 12: 462-467.

40. Engel E, Gomez-Roman G, Axmann-Krcmar D (2001)
Effect of occlusal wear on bone loss and Periotest value of dental implants.
Int J Prosthodont 14: 444-450.

41. English C, Bahat O, Langer B, Sheets CG (2000)
What are the clinical limitations of wide-diameter (4 mm or greater) root form endosseous implants?
Int J Oral Maxillofac Implants 15: 293-296.

42. Engquist B, Astrand P, Anzen B, Dahlgren S, Engquist E, Feldmann H, Karlsson U, Nord PG, Sahlholm S, Svardstrom P (2005)
Simplified methods of implant treatment in the edentulous lower jaw: a 3-year follow-up report of a controlled prospective study of one-stage versus two-stage surgery and early loading.
Clin Implant Dent Relat Res 7: 95-104.

43. Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P (1998)
Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants (II). Etiopathogenesis.
Eur J Oral Sci 106: 721-764.

44. Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P (1999)
Differential diagnosis and treatment strategies for biologic complications and failing oral implants: A review of the literature.
Int J Oral Maxillofac Implants 14: 473-?

45. Esser E, Neukirchen S, Wagner W (1999)
Vergleichende Untersuchungen von Branemark-Implantaten im bestrahlten und nicht bestrahlten Unterkiefer.
Mund Kiefer Gesichtschir 3 (Suppl 1): S125-129.

46. Esser E, Wagner W (1997)
Dental implants following radical oral cancer surgery and adjuvant radiotherapy.
Int J Oral Maxillofac Implants 1997; 12: 552-557.

47. Farzad P, Andersson L, Nyberg J (2002)
Dental implant treatment in diabetic patients.
Implant Dent 11: 262-267.

48. Ferrigno N, Laureti M, Fanali S (2006)
Dental implants placement in conjunction with osteotome sinus floor elevation: a 12-year life-table analysis from a prospective study on 588 ITI implants.
Clin Oral Implants Res 17: 194-205.

49. Fiorellini JP, Chen PK, Nevins M, Nevins ML (2000)
A retrospective study of dental implants in diabetic patients.
Int J Periodontics Restorative Dent 20: 366-373.

50. Fiorellini JP, Nevins ML, Norkin A, Weber HP, Karimbux NY (1999)
The effect of insulin therapy on osseointegration in a diabetic rat model.
Clin Oral Implants Res 10: 362-368.

51. Friberg B, Nilson H, Olsson M, Palmquist C (1997)
Mk II: the self-tapping Branemark implant: 5-year results of a prospective 3-center study.
Clin Oral Implants Res 8: 279-285.

52. Friberg B, Dahlin C, Widmark G, Ostman PO, Billstrom C (2005)
One-year results of a prospective multicenter study on Branemark System implants with a TiUnite surface.
Clin Implant Dent Relat Res 7 (Suppl 1): S70-75.

53. Friberg B, Nilson H, Olsson M, Palmquist C (1997)
Mk II: the self-tapping Branemark implant: 5-year results of a prospective 3-center study.
Clin Oral Implants Res 8: 279-285.

54. Gentile MA, Chuang S-K, Dodson TB (2005)
Survival estimates and risk factors for failure with 6 x 5,7-mm implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 20: 930-937.

55. Giovannoli J-L (2005)
Periimplantäre Erkrankungen.
In: Bert M, Missika P, Giovannoli J-L (Hrsg): Management der Implantat-Komplikationen.
Quintessenz, Berlin 2005, 227-237.

56. Gorman LM, Lambert PM, Morris HF, Ochi S, Winkler S (1994)
The effect of smoking on implant survival at second-stage surgery: DICRG Interim report No. 5. Dental Implant Clinical Researcher Group.
Implant Dent 3: 165-168.

57. Goto M, Jin-Nouchi S, Ihara K, Katsuki T (2002)
Longitudinal follow-up of osseointegrated implants in patients with resected jaws.
Int J Oral Maxillofac Implants 17: 225-230.

58. Granström G (1998)
Osseointegration in the irradiated patient.
In: Branemark P-J, Tolman DE (eds): Osseointegration in craniofacial reconstruction.
Quintessence, Chicago, 95-108.

59. Granström G, Tjellstrom A, Branemark PI (1999)
Osseointegrated implants in irradiated bone: a case-controlled study using adjunctive hyperbaric oxygen therapy.
J Oal Maxillofac Surg 57: 493-499.

60. Grötz KA, Wahlmann UW, Krummenauer F, Wegener J, al-Nawas B, Kuffner HD, Wagner W (1999)
Prognose und Prognosefaktoren enossaler Implantate im bestrahlten Kiefer.
Mund Kiefer Gesichtschir 3 (Suppl 1): S117-124.

61. Grötz KA (2002)
Die trockene Mundhöhle: Ätiologie, klinik, Diagnostik, Therapie.
Zahnärztliche Mitteilungen 22: 46-51.

62. Hahn J, Vassos DM (1997)
Long-term efficacy of hydroxyapatite-coated cylindrical implants.
Implant Dent 6: 111-115.

63. Herrmann I, Lekholm U, Holm S, Kultje C (2005)
Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures.
Int J Oral Maxillofac Implants 20: 220-230.

64. Huang JS, Zhou L, Song GB (2004)
[Dental implants in patients with type 2 diabetes mellitus: a clinical study].
Shanghai Kou Quiang Yi Xue 13: 441-443.

65. Isidor F (1996)
Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. A clinical and radiographic study in monkeys.
Clin Oral Impl Res 7: 143-152.

66. Isidor F (1997)
Histological evaluation of peri-implant bone at implants subjected to occusal overload or plaque accumulation.
Clin Oral Impl Res 8: 1-9.

67. Isidor F, Brondum K, Hansen HJ, Jensen J, Sindet-Pedersen S (1999)
Outcome of treatment with implant-retained dental prostheses in patients with Sjogren syndrome.
Int J Oral Maxillofac Implants 14: 736-743.

68. Ivanoff CJ, Gröndahl K, Sennerby L, Bergström C, Lekholm U (1999)
Influence of variations in implant diameters: a 3- to 5-year retrospective clinical report.
Int J Oral Maxillofac Implants 14: 173-180.

69. Ivanoff CJ, Sennerby L, Johansson C, Rangert B, Lekholm U (1997)
Influence of implant diameters on the integration of screw implants. An experimental study in rabbits.
Int J Oral Maxillofac Surg 26: 141-148.

70. Jahn M, d´Hoedt B (1992)
Zur Definition des Erfolges bei Implantaten.
Z Zahnärztl Implantol 8: 221-226.

71. Johansson B, Wannfors K, Ekenback J, Smedberg J, Hirsch J (1999)
Implants and sinus-inlay bone grafts in a 1-stage procedure on severely atrophied maxillae: surgical aspects of a 3-year follow-up study.
Int J Oral Maxillofac Implants 14: 811-818.

72. Jones JK, Triplett RG (1992)
The relationship of cigarette smoking to impaired intraoral wound healing.
J Oral Maxillofac Surg 50: 237-239.

73. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada JL, Goodacre CJ (1999)
Effects of smoking on implant success in grafted maxillary sinuses.
J Prosthet Dent 82: 307-311.

74. Kaplan EL, Meier P (1958)
Nonparametric estimation from incomplete observations.
J Am Statist Assoc 53: 457-481.

75. Kapur KK, Garrett NR, Hamada MO, Roumanas ED, Freymiller E, Han T, Diener RM, Levin S, Ida R (1998)
A randomized clinical trial comparing the efficacy of mandibular implant-suported overdentures and conventional dentures in diabetic patients. Part I: Methodology and clinical outcomes.
J Prosthet Dent 79: 555-569.

76. Kebir M, Laidli A, Etienee D, Ouhayoun JP (1997)
Le tabac: incidence sur les thérapeutiques parodontales et implantaires.
J Parodont Implantol 16: 267-274.

77. Khayat P, Hallage PG, Toledo RA (2001)
An investigation of 131 consecutively placed wide Screw-Vent implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 16: 827-832.

78. Khoury F (1999)
Augmentation of the sinus floor with mandibu lar bone block and simultaneous implantation: a 6-year clinical investigation.
Int J Oral Maxillofac Implants 14: 557-564.

79. Koeck B, Wagner W (2006)
Einleitung.
In: Koeck B, Wagner W (Hrsg): Implantologie.
Urban & Fischer, München – Jena, 9-26.

80. Koeck B, Wahl G (2006)
Indikationen, Kontraindikationen und Differentialindikationen.
In: Koeck B, Wagner W (Hrsg): Implantologie.
Urban & Fischer, München – Jena, 2-7.

81. Kumar A, Jaffin RA, Berman C (2002)
The effect of smoking on achieving osseointegration of surface-modified implants: a clinical report.
Int J Oral Maxillofac Implants 17: 816-819.

82. Lambert PM, Morris HF, Ochi S (2000)
The influence of smoking on 3-year clinical success of osseointegrated dental implants.
Ann Periodontol 5: 79-89.

83. Lambrecht JT, Schiel H (1999)
Die Kieferhöhlenbodenosteoplastik (Sinus graft).
Acta Med Dent Helv 4: 49-54.

84. Langer B, Langer L, Hermann I, Jörneus L (1993)
The wide fixture: a solution for special bone situations and a rescue for compromised implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 8: 400-408.

85. Lee JH, Frias V, Lee KW, Wright RF (2005)
Effect of implant size and shape on implant success rates: a literature review.
J Prosthet Dent 94: 377-381.

86. Lekholm U, Zarb G (1985)
Patient selection and preparation.
In: Branemark PI, Zarb GA Albrektsson T (eds)
Tissue-integrated prosthesis: Osseointegration in clinical dentistry.
Quintessence Chicago; 199-209.

87. Lemmerman KJ, Lemmerman NE (2005)
Osseointegrated dental implants in private practice: a long-term case series study.
J Periodontol 76: 310-319.

88. Lobbezoo F, Brouwers JE, Cune MS, Naeije M (2006)
Dental implants in patients with bruxing habits.
J Oral Rehabil 33: 152-159.

89. Lozada J, Emanuelli S, James RA, Boskovic M, Lindsted K (1993)
Root-form implants placed in subantral grafted sites.
J Calif Dent Assoc 21: 31-35.

90. Marx RE (1983)
Osteoradionecrosis: a new concept of ist pathophysiology.
J Oral Maxillofac Surg 41: 283-288.

91. Massad JJ, Cagna DR (2002)
Removable prosthodontic therapy and xerostomia. Treatment considerations.
Dent Today 21: 80-87.

92. McDermott NE, Chuang SK, Woo VV, Dodson TB (2003)
Complications of dental implants: Identification, frequency, and associated risk factors.
Int J Oral Maxillofac Implants 18: 848-855.

93. McDermott NE, Chuang SK, Woo VV, Dodson TB (2006)
Maxillary sinus augmentation as a risk factor for implant failure.
Int J Oral Maxillofac Implants 21: 366-374.

94. Meechan JG; Macgregor ID; Rogers SN; Hobson RS; Bate JP; Dennison M (1988)
The effect of smoking on immediate post-extraction socket filling with blood and on the incidence of painful socket.
Br J Oral Maxillofac Surg 26: 402-409.

95. Meijer HJ, Batenburg RH, Raghoebar GM (2001)
Influence of patient age on the sucess rate of dental implants supporting an overdenture in an edentulous mandible: a 3-year prospective study.
Int J Oral Maxillofac Implants 16: 522-526.

96. Misch CE (2002)
The effect of bruxism on treatment planning for dental implants.
Dent Today 21: 76-81.

97. Moheng P, Feryn JM (2005)
Clinical and biologic factors related to oral implant failure: a 2-year follow-up study.
Implant Dent 14: 281-288.

98. Mombelli A, Lang NP (1998)
The diagnosis and treatment of peri-implantitis.
Periodontol 2000 17: 63-76.

99. Morris HF, Ochi S, Winkler S (2000)
Implant survival in patients with type 2 diabetes: placement to 36 months.
Ann Periodontol 5: 157-165.

100. Moy PK, Medina TM, Aghaloo TL (2003)
Dental implants in medically compromised patients.
18th Annual Meeting of the Academy of Osseointegration, 2003.

101. Moy PK, Medina D, Shetty V, Aghaloo TL (2005)
Dental implant failure rates and associated risk factors.
Int Oral Maxillofac Implants 20: 569-577.

102. Mundt T, Mack F, Schwahn C, Biffar R (2006)
Private practice results of screw-type tapered implants: survival and evaluation of risk factors.
Int J Oral Maxillofac Implants 21: 607-614.

103. Naert I, Koutsikakis G, Duyck J, Quirynen M, Jacobs R, van Steenberghe D (2002)
Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism.
Clin Oral Impl Res 13: 381-389.

104. Neukam F (2000)
Lebenserwartung von Implantaten und Implantatlager. Wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK.
Stand 04/2000.
http://www.dgzmk.de

105. Neukam FW, Esser E (2000)
Implantologie.
Mund Kiefer Gesichtschir 4 (Suppl 1): S249-256.

106. Neukam FW, Girod S (1999)
Reconstruction after tumor ablation: extraoral implants.
In: Booth PW, Schendel SA, Hausamen J-E (eds): Maxillofacial surgery. Vol 1.
Churchill Livingstone, Philadelphia, 785-801.

107. Neukam FW, Schultze-Mosgau S (2006)
Implantate bei ausgedehnten Knochendefiziten.
In: Koeck B, Wagner W (Hrsg): Implantologie.
Urban & Fischer, München – Jena, 184-233.

108. Nevins ML, Karimbux NY, Weber HP, Giannobile WV, Fiorellini JP (1998)
Wound healing around endosseous implants in experimental diabetes.
Int J Oral Maxillofac Implants 13: 620-629.

109. Ochi S, Morris HF, Winkler S (1994)
Patient demographics and implant survival at uncovering: Dental Implant Clinical Research Group Interim Report No. 6.
Implant Dent 3: 247-251.

110. Olson JW, Dent CD, Morris HF, Ochi S (2000a)
Long-term assessment (5 to 71 months) of endosseous dental implants placed in the augmented maxillary sinus.
Ann Periodontol 5: 152-156.

111. Olson JW, Shernoff AF, Tarlow JL, Colwell JA, Scheetz JP, Bingham SF (2000b)
Dental endosseous implant assessments in a type 2 diabetic population: a prospective study.
Int J Oral Maxillofac Implants 15: 811-818.

112. Palitzsch K-D, Zietz B, Hügl S, Cuk A, Schäffler A, Büttner R, Frick E, Rath H, Arndt H, Enger I, Nusser J, Diabetomobil-Studiengruppe (2000)
Die Häufigkeit des Diabetes mellitus wird in Deutschland falsch eingeschätzt – ein gesundheitspolitisches und sozioökonomisches Problem.
Gesundh ökon Qual manag 5: 118-127.

113. Paquette DW, Brodala N, Williams RC (2006)
Risk factors for endosseous dental implant failure.
Dent Clin North Am 50: 361-374.

114. Payne AG, Lownie JF, Van Der Linden WJ (1997)
Implant-supported prostheses in patients with Sjögren´s syndrome: a clinical report on three patients.
Int J Oral Maxillofac Implants 12: 679-685.

115. Peled M, Ardekian L, Tagger-Green N, Gutmacher Z, Machtei EE (2003)
Dental implants in patients with type 2 diabetes mellitus: a clinical study.
Implant Dent 12: 116-122.

116. Penarrocha M, Guarinos J, Sanchis JM, Balaguer J (2002)
A retrospective study (1994-1999) of 441 ITI® implants in 114 patients followed-up during an average of 2.3 years.
Med Oral 7: 144-155.

117. Perry J, Lenchewski E (2004)
Clinical performance and 5-year retrospective evaluation of Frialit-2 implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 19: 887-891.

118. Peto R, Peto J (1972)
Asymptotically efficient rank invariant procedures.
J Roy Statist Soc 135: 185-207.

119. Rätzer Künzel A, Schiel HJ, Lambrecht JT (2002)
Langzeitergebnisse mit ITI-Vollschraubenimplantaten. 10-Jahres-Erfolgsanalyse mit 468 Implantaten.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 112: 20-35.

120. Renouard F, Rangert B (2006)
Risikofaktoren in der Implantologie.
Quintessenz, Berlin.

121. Richter E-J (2006)
Prothetische Versorgung.
In: Koeck B, Wagner W (Hrsg): Implantologie.
Urban & Fischer, München – Jena, 236-283.

122. Romeo E, Ghisolfi M, Rozza R, Chiapasco M, Lops D (2006a)
Short (8-mm) dental implants in the rehabilitation of partial and complete edentulism: a 3- to 14-year longitudinal study.
Int J Prosthodont 19: 586-592.

123. Romeo E, Lops D, Amorfini L, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G (2006b)
Clinical and radiographic evaluation of small-diameter (3.3-mm) implants followed for 1-7 years: a longitudinal study.
Clin Oral Implants Res 17: 139-148.

124. Romeo E, Lops D, Margutti E, Ghisolfi M, Chiapasco M, Vogel G (2004)
Long-term survival and success of oral implants in the treatment of full and partial arches: a 7-year prospective study with the ITI dental implant system.
Int J Oral Maxillofac Implants 19: 247-259.

125. Roos-Jansaker A-M, Lindahl C, Renvert S (2006)
Nine- to fourteen-year follow-up of implant loss and associations to various factors.
J Clin Periodontol 33: 283-289.

126. Schnitman PA, Shulman LB (1980)
Dental implants: benefit and risk. Proceedings of an NIH Harvard consensus development conference 1978. NIH Harvard consensus development conference, Bethesda, Publ. 81, 1531.

127. Schulte W, Heimke G (1976)
Das Tübinger Sofortimplantat.
Quintessenz 6: 17-23.

128. Schwartz-Arad D, Samet N, Samet N, Mamlider A (2002)
Smoking and complications of endosseous dental implants.
J Periodontol 73: 153-157.

129. Shernoff AF, Colwell JA, Bingham SF (1994)
Implants for type II diabetic patients: interim report. VA Implants in Diabetes Study Group.
Implant Dent 3: 183-185.

130. Shin SW, Bryant SR, Zarb GA (2004)
A retrospective study on the treatment outcome of widebodied implants.
Int J Prosthodont 17: 52-58.

131. Simunek A, Kopecka D, Cierny M, Krulichova I (2005)
A six-year study of hydroxyapatite-coated root-form dental implants.
West Indian Med J 54: 393-397.

132. Smith RA, Berger R, Dodson TB (1992)
Risk factors associated with dental implants in healthy and medically compromised patient.
Int J Oral Maxillofac Implants 7: 367-372.

133. Snauwaert K, Duyck J, van Steenberghe D, Quirynen M, Naert I (2000)
Time dependent failure rate and marginal bone loss of implant supported prostheses: a 15-year follow-up study.
Clin Oral Investig 4: 13-20.

134. Strassburger C, Heydecke G, Kerschbaum T (2004)
Influence of prosthetic and implant therapy on satisfaction and quality of life: a systematic literature review. Part 1 - Characteristics of the studies.
Int J Prosthodont 17: 83-93.

135. Strietzel FP, Lange KP, Svegar M, Hartmann HJ, Kuchler I (2004)
Retrospective evaluation of the success of oral rehabilitation using the Frialit-2 implant system. Part 1: Influence of topographic and surgical parameters.
Int J Prosthodont 17: 187-194.

136. Sulzer TH, Bornstein MM, Buser D (2004)
Aktuelles Indikationsspektrum in der oralen Implantologie an einer Überweisungsklinik.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 114: 444-450.

137. Takeshita F, Murai K, Iyama S, Ayukawa Y, Suetsugu T (1998)
Uncontrolled diabetes hinders bone formation around titanium implants in rat tibiae. A light and fluorescence microscopy, and image processing study.
J Periodontol 69: 314-320.

138. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS (2000)
The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest.
J Periodontol 71: 546-549.

139. Tawil G, Aboujaoude N, Younan R (2006)
Influence of prosthetic parameters on the survival and complication rates of short implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 21: 275-282.

140. Taylor TD, Agar JR, Vogiatzi H (2000)
Implant protsthodontics: current perspective and future directions.
Int J Oral Maxillofac Implants 15: 66-75.

141. Testori T, Wiseman L, Woolfe S, Porter SS (2001)
A peospective multicenter clinical study of the Osseotite implant: four-year report.
Int J Oral Maxillofac Implants 16: 193-200.

142. Vehemente VA, Chuang SK, Daher S, Muftu A, Dodson TB (2002)
Risk factors affecting dental implant survival.
J Oral Implantol 28: 74-81.

143. Wagner W, Al Nawas B (2006)
Implantatmaterialien und Konstruktionsprinzipien der Implantate aus chirurgischer Sicht.
In: Koeck B, Wagner W (Hrsg): Implantologie.
Urban & Fischer, München – Jena, 61-97.

144. Wallace RH (2000)
The relationship between cigarette smoking and dental implant failure.
Eur J Prosthodont Restor Dent 8: 103-106.

145. Wallace SS, Froum SJ (2003)
Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review.
Ann Periodontol 8: 328-343.

146. Weber HP, Crohin CC, Fiorellini JP (2000)
A 5-year prospective clinical and radiographic study of non-submerged dental implants.
Clin Oral Implants Res 11: 144-153.

147. Weibrich G, Al-Nawas B (2001)
Erfolgsaussichten implantologischer Maßnahmen.
Zahnärztliche Mitteilungen 23: 36-40.

148. Weibrich G, Wagner W (2006)
Operatives Vorgehen.
In: Koeck B, Wagner W (Hrsg): Implantologie.
Urban & Fischer, München – Jena, 101-159.

149. Werkmeister R, Szulczewski D, Walteros-Benz P, Joos U (1999)
Rehabilitation with dental implants of oral cancer patients.
J Craniomaxillofac Surg 27: 38-41.

150. Weyant RJ (1994)
Characteristics associated with the loss and peri-implant tissue health of endosseous dental implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 9: 95-102.

151. Widmark G, Andersson B, Carlsson GE, Lindvall AM, Ivanoff CJ (2001)
Rehabilitation of patients with severely resorbed maxillae by means of implants with or without bone grafts: a 3- to 5-year follow-up clinical report.
Int J Oral Maxillofac Implants 16: 73-79.

152. Willer J, Noack N, Ellwanger U, Hoffmann J (2002)
IMZ-Implantate zur Versorgung der verkürzten Zahnreihe im Ober- und Unterkiefer.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 112: 1116-1120.

153. Winkler S, Morris HF, Ochi S (2000)
Implant survival to 36 months as related to length and diameter.
Ann Periodontol 5: 22-31.

154. Woo VV, Chuang SK, Daher S, Muftu A, Dodson TB (2004)
Dentoalveolar reconstructive procedures as a risk factor for implant failure.
J Oral Maxillofac Surg 62: 773-780.

155. Wood MR, Vermilyea SG (2004)
A review of selected dental literature on evidence-based treatment planning for dental implants: report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics.
J Prosthet Dent 92: 447-462.

156. Yerrit 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.
Clin Oral Implants Res 17: 337-344.

157. Zinner ID, Schnader YE (2005)
Diagnostik und Behandlungsplanung für implantatgetragene, festsitzende Prothetik.
In: Zinner ID, Panno FV, Small SA, Landa LS (Hrsg): Zahnärztliche Implantologie: Vom Fehlschlag zum Erfolg.
Quintessenz, Berlin 2005, 17-27.

8 Danksagung

Zum Abschluss möchte ich allen danken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben:

Herrn Prof. Dr. B. Wöstmann für die Themenstellung und seine Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit,

Herrn M. Köhl für die tatkräftige Hilfe bei der Installation und dem Umgang mit dem Statistikprogramm,

Frau C. Seibert und Frau B. Bader für die Zusammenstellung der Patientenunterlagen,

den Mitarbeitern der prothetischen Abteilung für die Bereitstellung ihrer Fälle,

und nicht zuletzt meinem Vater Jan für die Durchsicht der Arbeit und seine Verbesserungsvorschläge.

9 Lebenslauf

Am 13. Juli 1975 wurde ich in Friedberg (Hessen) als Sohn des Zahnarztes Dr. Johannes Merk und der Hausfrau Irmgried Merk, geb. Nowak, geboren.

1982-1986	Besuch der Grundschule, Bad Nauheim
1986-1988	Besuch der Förderstufe Stadtschule an der Wilhelmskirche, Bad Nauheim
1988-1995	Besuch des Gymnasiums Ernst-Ludwig-Schule, Bad Nauheim Abschluss: Allgemeine Hochschulreife
1995-1996	Ableistung des Zivildienstes Kerckhoff-Klinik, Bad Nauheim
1996-1997	Studium der Medizin an der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main
1997-2003	Studium der Zahnmedizin an der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main Abschluss: Staatsexamen
07/2003-09/2004	Ausbildungsassistent in der Praxis Dr. Merk, Bad Nauheim
10/2004-04/2005	Gastarzt in der Oralchirurgie, Universitätsklinik Gießen
05/2005-08/2005	Weiterbildungsassistent Lenus Dentalchirurgie-Zentrum, Berlin
09/2005-06/2006	Weiterbildungsassistent in der Praxis Dr. Felderhoff, München
06/2006-08/2006	Weiterbildungsassistent in der Praxis Dr. Mootz, Frankfurt
09/2006	Niederlassung in Gemeinschaftspraxis Merk / Koch, Bad Nauheim

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“