

Aus der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. N. R. Kübler

Analyse der Überlebensrate kurzer dentaler Implantate (≤ 10 mm)

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Nadine Gräfin von Krockow

2012

„Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf“

gez.: Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf

Dekan

Referentin: Priv.-Doz. Dr. Dr. Depprich

Korreferent: Prof. Dr. Schwarz

Für meine Liebe

Christoph

Zusammenfassung

Fragestellung: Literaturrecherchen bieten die Möglichkeit einer schnellen und effektiven Information über die vorhandene Literatur zu einem ausgewählten Thema. Einzelne Studien berücksichtigen häufig nur kleine Fallzahlen, mit welchen zum Teil nur gering aussagekräftige Ergebnisse zu erlangen sind. Ziel dieser Literaturrecherche ist die Bewertung der langfristigen Überlebensrate kurzer dentaler Implantate (≤ 10 mm) sowie die Analyse von verschiedenen Faktoren welche den Implantaterfolg beeinflussen.

Material und Methode: Es wurden Publikationen zwischen 1990 und 2010 aus den unterschiedlichen Datenbanken (PubMed, Medline, Cochrane Library, u. a.) entsprechend relevanter Schlüsselwörter recherchiert und identifiziert. Studien mit höherer Evidenz und standardisiertem Protokoll wurden bezüglich der Fragestellung weiter analysiert. Mittels der in den Studien angegebenen Daten wurden eine Studien- und eine Verlusttabelle erstellt.

Ergebnisse: Insgesamt wurden 41 klinische Studien (11 prospektive, 26 retrospektive, zwei longitudinale und zwei Studien ohne zuordenbares Studiendesign) herausgefunden, die 16797 kurze Zahnimplantate umfassten. Die ermittelte Überlebensrate von 95,1 % für die kurzen Implantate ist mit der von langen Implantaten vergleichbar. Als bedeutende Einflussfaktoren auf die Verlustrate wurden neben der Beschaffenheit der Implantatoberfläche vor allem die Knochenqualität und die Kieferregion, in der die Implantate gesetzt wurden, ermittelt.

Schlussfolgerung: Die Anwendung kurzer dentaler Implantate (≤ 10 mm) stellt eine erfolgversprechende Therapiealternative dar, wenn aufgrund von zu geringer Knochenhöhe die Insertion langer Implantate nicht möglich ist oder größere augmentative Maßnahmen im Kieferbereich nicht durchführbar sind. Grundsätzlich wäre die Erfassung von Daten aus implantologischen Studien nach standardisierten Kriterien und deren Einpflegung in eine einheitliche Datenbank wünschenswert. Damit könnten die Ergebnisse besser miteinander verglichen und die Evidenz der Daten um ein Vielfaches gesteigert werden.

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG	1
1.1	Fragestellung.....	1
1.2	Grundlagen der Implantologie	2
1.2.1	Implantatlänge	7
1.2.2	Implantatoberfläche	7
1.2.3	Implantatform	9
1.2.4	Implantatdurchmesser	10
1.2.5	Implantatdesign	10
1.2.6	Richtung der eingeleiteten Kraft/Implantat-Kronen-Verhältnis	11
1.3	Knochen als Implantatlager	12
1.4	Knochenqualität	13
1.5	Region	16
2.	MATERIAL UND METHODE	17
2.1	Evidenzbasierte Medizin.....	17
2.2	Studiendesign	18
2.3	Studientyp.....	19
2.4	Validierung klinischer Studien.....	20
2.5	Systematischer Review	21
3.	ERGEBNISSE.....	25
3.1	Anzahl und Studiendesign der veröffentlichten Studien.....	25
3.2	Untersuchte Evaluationsmarker und Indices	28
3.3	Ausschlusskriterien von Patienten	29
3.4	Patientenspezifische Merkmale	30
3.5	Antibiose.....	31
3.6	Prä-augmentative Maßnahmen	31
3.7	Zeitpunkt der Implantation	31
3.8	Chirurgische Aspekte	32
3.9	Zeitpunkt der Freilegung, definitiver prothetischer Versorgung, Erfolgskriterienauswahl.....	33
3.10	Studienzeitraum	34
3.11	Anzahl der erfassten Implantate	35
3.11.1	Gesetzte kurze Implantate und deren Überlebensraten	36
3.11.2	Implantatlänge	37
3.11.3	Implantatdurchmesser	38

3.11.4	Implantatsysteme	39
3.12	Überlebensrate nach weiteren Kriterien	42
3.13	Verlustrate	43
3.13.1	Verlustrate/Gesamtanzahl gesetzter Implantate und deren Misserfolgsrate	43
3.13.2	Verlustrate nach Länge und Implantatoberfläche	43
3.13.3	Verlustrate nach Lokalisation/Durchmesser	48
3.13.4	Zeitpunkt des Implantatverlustes	51
3.13.5	Genderspezifische Implantatverluste	52
3.13.6	Spezielle Angaben zu Verlusten	53
4.	DISKUSSION	55
5.	LITERATURVERZEICHNIS	70
6.	ANHANG	81
7.	DANKSAGUNG	98
8.	EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	99

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1 8 mm kurzes konisches Ankylos® Implantat mit Darstellung des Implantatdurchmessers durch roten Pfeil	9
Abb. 1.2 Bicon© Implantatsystem mit Abutment und Darstellung der Schnittstelle Implantat/Abutment	10
Abb. 1.3 Röntgenbild (Lange Implantatkronen in Regio 17 und 27. Darstellung der Kronenlänge mit rotem Pfeil)	11
Abb. 2.1 Einteilung verschiedener Studientypen nach Röhrig et al. [94]	19
Abb. 2.2 Flussdiagramm des CONSORT-Statements [96].....	21
Abb. 3.1 Publierte Studien zu kurzen Implantaten nach Erscheinungsjahr	25
Abb. 3.2 Verteilung der Studiendesigns innerhalb der 41 Studien.....	26
Abb. 3.3 Darstellung der Untersuchungszeiträume der Studien nach Studiendesign35	
Abb. 3.4 Überlebensrate Gesetzte Implantate und Misserfolge pro Studiendesign..	36
Abb. 3.5 Relative Häufung aller aufgetretenen Durchmesser-Länge Kombinationen38	
Abb. 3.6 Darstellung der Anzahl gesetzter Implantate pro Durchmesser	39
Abb. 3.7 Röntgenbild: 9,5 mm Ankylos® Impl. (OK ohne augmentative Maßnahme)	40
Abb. 3.8 Darstellung aller Studien bezugnehmend auf die Gesamtüberlebensrate..	42
Abb. 3.9 Verlustrate in Abhängigkeit von der Länge.....	44
Abb. 3.10 Anzahl der gesetzten Implantate / Verluste nach Oberflächenbeschaffenheit.....	45
Abb. 3.11 Verlustrate verschiedener Oberflächen in Abhängigkeit von der Implantatlänge	47
Abb. 3.12 Verlustrate nach Lokalisation je Längen-Durchmesser-Kombinationen ...	48
Abb. 3.13 Verlustrate (Kreisdurchmesser) ausgewählter Durchmesser und Längen	49
Abb. 3.14 Verlustrate ausgewählter Implantatlängen nach Lokalisation.....	50
Abb. 3.15 Implantatverluste bezogen auf den Implantatdurchmesser	51
Abb. 3.16 Anzahl und Verluste der Implantate bezogen auf den Monat des Verlustes	52

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1 Erfolgskriterien für enossale dentale Implantate.....	5
Tab. 1.2 Faktoren welche zum Verlust dentaler Implantate führen können.....	6
Tab. 1.3 Rauigkeit von Implantatoberflächen angelehnt an Albertsson & Wennerberg [40]	8
Tab. 1.4 Einteilung der Knochendichte nach Lekholm und Zarb [77]	14
Tab. 1.5 Einteilung der Knochenqualität nach Misch et. al. [78]	15
Tab. 2.1 Evidenzklassen [modifiziert nach AHCPR, 1992; SIGN, 1996]	18
Tab. 2.2 Gewichtung & Empfehlung - Härtegrad [mod. nach AHCPR, 1992; SIGN, 1996].....	18
Tab. 2.3 Auflistung der Ausschlusskriterien.....	24
Tab. 3.1 Studien mit ausschließlich kurzen Implantaten oder kurzen u. langen Implantaten.....	27
Tab. 3.2 In den analysierten Studien verwendete Evaluationskriterien	29
Tab. 3.3 Verwendete Implantatsysteme	41
Tab. 3.4 Spezielle Gründe für den Implantatverlust.....	54
Tab. 6.1 Studientabelle (Teil 1).....	85
Tab. 6.2 Studientabelle (Teil 2).....	89
Tab. 6.3 Verlusttabelle mit Darstellung aller ermittelten Verluste	97

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AHCPR	Agency for Health Care Policy and Research
d	dies (lat.: Tag)
Empf.	Empfehlung
et al.	et alii (lat.: und andere)
GBR	Guided Bone Regeneration
HA	Hydroxylapatit
HU	Hounsfield-Einheiten
Impl.	Implantat
i.v.	intravenös
k.	keine
kg	Kilogramm
l	Liter
LS	Longitudinale Studie
m.	mit
mod.	modifiziert
männl.	männlich
MA	Mandibula
MX	Maxilla
NZ	Nicht zuordenbar
Ncm	Newton-Zentimeter
n.a.	Nicht angegeben
n.e.	Nicht ersichtlich
NIH	National Institute of Health
OK	Oberkiefer

PRGF	Platelet-derived-growth-factor (wachstumsfaktorenreiches Plasma)
PS	Prospektive Studie
®	Registered in U.S. Patent and Trademark Office
rpm	rounds per minute
Ra	Roughness index (Mittenrauwert)
RS	Retrospektive Studie
Sa	Surface roughness (Oberflächenrauigkeit)
SLA	Sand-blasted Large grit Acid-etched
TPS	Titanium-Plasma-Sprayed
UK	Unterkiefer
u. a.	und andere
Unkontr.	unkontrolliert
weibl.	weiblich
WN	Wide Neck

1. Einleitung

1.1 Fragestellung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, anhand einer systematischen Literaturrecherche zu analysieren, welche klinischen Untersuchungen zur Verwendung kurzer dentaler Implantate veröffentlicht wurden. Insbesondere soll herausgefunden werden, inwieweit sich die kurzen Implantate – verglichen mit den herkömmlich verwendeten langen Implantaten – hinsichtlich ihrer Erfolgs- und Überlebensrate unterscheiden. Zudem soll eine Aussage getroffen werden, welche Faktoren für den erfolgreichen Einsatz von kurzen dentalen Implantaten ausschlaggebend sind.

Der Wunsch der Patienten nach implantatgetragenen, möglichst feststehendem Zahnersatz in zahnlosen Kieferbereichen hat in den letzten Jahren immer mehr zugenommen. Implantate dienen dabei als Einzelzahnersatz, Brückenpfeiler oder als Pfeiler für herausnehmbaren Zahnersatz. Die Insertion von dentalen Implantaten ist heute eine effiziente Methode zum Ersatz der Zahnwurzeln in partiell zahnlosen [1] und komplett zahnlosen Kiefern [2]. Dennoch kann ein reduziertes Knochenangebot die Implantatinsertion, besonders in den posterioren Bereichen des Unter- und Oberkiefers, erschweren oder sogar unmöglich machen. Durch die limitierenden Faktoren wie Lokalisation des Nervus alveolaris inferior im Unterkiefer, die Pneumatisation der Kieferhöhlen im Oberkiefer und ein Defizit an Alveolarkammhöhe erfordert die Versorgung des atrophierten Kieferkamms in diesen Arealen teilweise einen hohen operativen Aufwand [3-6].

Da nach dem Zahnverlust der Abbau des Alveolarknochens kontinuierlich voranschreitet, finden sich atrophierte Kiefer bei zahnlosen Patienten generell sehr häufig. Extrem atrophierte Kiefer sind in vielen Fällen schwierig bis gar nicht für den Patienten zufriedenstellend zu versorgen. In Situationen mit extrem atrophierten Kiefern kann eine Implantation nur noch nach oder gleichzeitig mit der Durchführung knochenbauender Maßnahmen wie z. B. Guided Bone Regeneration (GBR), Knochenblockaugmentation, Sinusliftoperationen, Alveolarforsatzdistraktion oder Nervtransposition erfolgen. Diese operativen Maßnahmen sind meist mit höheren Kosten, einer höheren Morbiditätsrate und längeren Behandlungszeiten verbunden.

Der Einsatz von Implantaten mit reduzierter Länge könnte eine Alternative zu den Augmentationstechniken darstellen, welche die verloren gegangene Höhe des Alveolarknochens wiederherstellen [7-11].

Der Terminus „kurze Implantate“ ist nicht abschließend definiert. Einige Autoren bezeichnen Implantate < 10 mm als kurz [12-14], andere definieren Implantate < 7 mm als kurze Implantate [7]. In einigen Studien wurde für die Verwendung von kurzen Implantaten eine geringere Erfolgsrate festgestellt [15-22].

1.2 Grundlagen der Implantologie

Unter Implantologie in der Zahnheilkunde versteht man das Einbringen eines Implantates in den ortsständigen Knochen. Das Wort Implantologie leitet sich ab vom lateinischen im- „hinein“ und planta „Steckling“ oder „Setzling“ und -logie.

Erstmals wurde im Jahre 1807 von Jourdan und Magiolo in ihrem Buch „Manual d'art dentaire“ (Handbuch der Zahntechnik) beschrieben, wie sie in eine leere Alveole ein konisches Goldrohr versenkten und mit einer vierarmigen Kralle fixierten. Anschliessend wurde darauf ein Stiftzahn aufgebracht [23].

1937 wurden von Müller erstmals Subperiostalimplantate beschrieben. Seine Idee war es, ein Implantat zu entwickeln, welches nicht auf eine Osseointegration angewiesen ist, sondern zwischen Knochen und Periost zum Liegen kommt [24]. 1939 setzte Storck an der Harvard University in den USA den Grundstein der modernen zahnärztlichen Implantologie. Er verwendete erstmals eine Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierung (Vitallium) und veränderte zusätzlich das Implantatdesign in eine Form, die der Gewindeform einer Holzschraube entsprach. Jahre später griff Formigini die Idee von Storck erneut auf und veränderte das Implantatdesign, so dass eine Helikoidalschraube aus Tantal entstand [25]. Es folgten viele Modifikationen dieses Designs.

1962 entwickelte Scialom Nadelimplantate, die sog. „Tantalnadel“. Es kamen ganze Nadelstraßen zur Anwendung, diese wurden 1974 von Pruin weiter verfeinert. In den frühen sechziger und siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts gab es zahlreiche Entwicklungen in der modernen Implantologie. Heinrich (1971) und Linkow (1968) kreierten flache, blattförmige Implantate, die Extensionsimplantate [26]. Tramonte (1965) modifizierte die bisherigen Implantate zu Schraubenimplantaten [27-28].

In den letzten 35 Jahren prägten Per-Ingvar Brånemark und Leonhard Linkow die Entwicklung in der zahnärztlichen Implantologie maßgeblich [2, 29-31].

Stetige Weiterentwicklung und klinische Langzeiterfahrungen in der Implantologie führten dazu, dass die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde im Jahre 1982 die Implantologie als bewährtes Verfahren, zum Ersatz verlorengegangener Zähne, anerkannte [32].

Erfolgskriterien dentaler Implantate

Maßgeblich für eine erfolgreiche Implantation ist die knöcherne Einheilung (Osseointegration) des gesetzten Implantates. Die Osseointegration sichert einen stabilen dauerhaften Halt des Implantates im Knochen. Das Konzept der Osseointegration wurde bereits 1966 von Brånemark [29] eher zufällig im Rahmen seiner Forschungsarbeiten entdeckt. Die Osseointegration des Implantates definierte Brånemark als „direkte strukturelle und funktionelle Verbindung zwischen organisiertem, lebendem Knochen und der Oberfläche eines belasteten Implantates“.

Eine ähnliche Definitionen stammt von Albrektsson et al. [33]. Sie bezeichneten die Osseointegration als eine direkte funktionelle und strukturelle Verbindung zwischen lebendem Knochen und der Tragkraft der Implantatoberfläche. Es besteht also laut Albrektsson et al. bei erfolgreich osseointegrierten Implantaten ein direkter Kontakt zwischen Knochengewebe und Implantatoberfläche. Später wurde der Begriff Osseointegration von Zarb et al. [34] durch eine mehr funktionell orientierte Definition ersetzt: „Osseointegration ist ein Prozess, der eine klinisch asymptomatische, starre Fixierung eines alloplastischen Materials ergibt und diese auch unter funktioneller Belastung aufrechterhält“.

Für die erfolgreiche knöcherne Einheilung dentaler Implantate sind verschiedene Voraussetzungen notwendig. Es sollte ein ausreichendes Volumen an gesundem Knochen in Form von Breite und Höhe vorhanden sein, um eine ausreichende Primärstabilität des Implantates zu gewährleisten. Die Knochenmanschette welche das Implantat umgibt, sollte in alle Richtungen (mesial-distal, oral-vestibulär) 1-2 mm betragen [35]. Eine sorgfältige präoperative Diagnostik ist ebenfalls von großer Bedeutung um eine erfolgreiche Implantatinsertion zu ermöglichen.

Bei sorgfältiger Einhaltung der oben genannten Kriterien kann es zu einer erfolgreichen Osseointegration, also Implantation mit Apposition von Knochen an die Oberfläche des Implantates, kommen.

Diese Art der Einheilung garantiert in der Regel eine gute Langzeitprognose. Patientenabhängige Faktoren sollten mit in die präoperative Diagnostik einbezogen werden, da diese die Langzeitprognose von Implantaten beeinträchtigen können [36].

Nicht zuletzt aufgrund der Fortschritte auf dem Gebiet der Implantologie ist es eine komplexe Aufgabe, aussagekräftige Bewertungskriterien zu entwickeln, welche die Behandlungsergebnisse und Erfolgsrate nach der Implantation zuverlässig und reproduzierbar beschreiben.

Bisher werden für den Vergleich des Erfolgs unterschiedlicher bzw. verschieden langer Implantate keine einheitlichen Kriterien angewendet. Von Kaplan und Meyer wurde 1958 ein statistisches Standardverfahren für die Verweildaueranalyse, also die Überlebenszeit von Implantaten beschrieben. Faktoren die zu einer schlechteren Prognose führen werden jedoch nicht berücksichtigt. Die in der Literatur angegebenen Erfolgs- bzw. Überlebensraten für dentale Implantate sind aufgrund der unterschiedlichen berücksichtigten Bewertungskriterien nur bedingt vergleichbar. Die Erfolgs- bzw. Überlebensrate im Allgemeinen schwankt zwischen 61 % und 98 % [37-38].

In den letzten Jahren stellten verschiedene Autoren unterschiedliche Kriterien auf, mit deren Hilfe die Bewertung der Erfolgsrate dentaler Implantate vorgenommen werden kann. Hierbei wurden insbesondere Parameter wie klinische Beurteilung und röntgenologische Befunde im postoperativen Verlauf nach Implantation berücksichtigt.

NIH-Kriterien (NIH = National Institute of Health) [39]	Albrektsson et al. [40]	Buser et al. [41]	Naert et al. [42] und Snauwaert et al. [43]	Jahn u. d’Hoedt [44]
Das Implantat ist in situ	Das Implantat ist in situ	Das Implantat ist in situ	Das Implantat ist in situ	Das Implantat ist in situ
Mobilität < 1mm	Lockerungsgrad 0	Lockerungsgrad 0	Periotestwert < +8	Lockerungsgrad < 1
Röntgenologische periimplantäre Transluzenz < 1/3 der Implantatlänge	Röntgenologische periimplantäre Transluzenz	Keine persistierende periimplantäre Radiotransluzenz	Keine periimplantäre Radiotransluzenz	Das Implantat darf keinen zweiseitig durchgehenden Spalt > 0,5 mm radiologisch aufweisen
Eine evtl. vorhandene Gingivitis ist der Therapie zugänglich; es bestehen keine Infektionszeichen, keine Verletzung von Nachbarstrukturen	Es bestehen keine bleibenden und/oder irreversiblen Symptome wie Schmerz, Infektion, Neuropathie, Parästhesie und/oder Verletzungen der Nachbarstrukturen	Es bestehen keine bleibenden und/oder irreversiblen Symptome wie Schmerz, Dysästhesie und/oder Fremdkörpergefühl. Keine periimplantäre Infektion mit putrider Sekretion	Es bestehen keine bleibenden und/oder irreversiblen Symptome wie Schmerz, Infektion und Parästhesien	Sulkussondierungstiefe darf 4 mm bei 2 aufeinander folgenden Kontrollen nicht überschreiten. Die subjektive Bewertung des Implantates durch den Patienten, darf nach dem deutschen Schulnotensystem 3 nicht überschreiten
Nach 5 Jahren sollte die Überlebensrate > 75 % betragen	Nach 5 Jahren sollte die Überlebensrate > 85 % betragen, nach 10 Jahren > 80 %	-	-	-
-	Der vertikale Knochenabbau ist < 0,2 mm / Jahr nach dem ersten Jahr der Liegedauer	-	Es findet sich keine Implantatfraktur. Das Implantat muss zum prothetischen Ersatz herangezogen sein	Der anguläre Knochendefekt darf nicht mehr als 3/10 des konstruktiv enossalen Implantatabschnitts betragen

Tab. 1.1 Erfolgskriterien für enossale dentale Implantate

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 1.1 aufgelisteten Erfolgskriterien wurden in einer Vergleichsstudie Erfolgsraten für konventionelle dentale Implantate von 75-89 % bei einer in situ-Rate von 95 % nach 6 Jahren ermittelt [45]. Da nicht immer die gleichen Erfolgskriterien angewendet wurden, ist ein Vergleich der Studien untereinander erschwert. Weiterhin ist die Vergleichbarkeit schwierig, da jedes Implantatsystem in Design, chirurgischem Prozess und Belastungsprotokoll differiert und dies zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann.

Ein weiterer Aspekt, der bei der Beurteilung der Erfolgsrate unbedingt berücksichtigt werden sollte, ist der welche Komplikationen überhaupt zum Verlust des Implantates geführt haben. Biologische Faktoren wie Infektion, eine schlechte Knochenqualität, periimplantäre Entzündungsprozesse, sowie iatrogene Faktoren wie z. B. durch Überhitzung des Knochens beim Aufbereiten des Implantatbettes,

können nämlich bereits bevor das Implantat in die prothetische Versorgung integriert wird, zu seinem Verlust führen (vgl. Tabelle 1.2). Aber auch nach Belastung und prothetischer Versorgung, können verschiedene Faktoren biologischer Natur oder mechanischen Ursprungs und auch Patienten bedingte Faktoren, den Verlust des Implantates herbeiführen.

Biologische Faktoren	Mikroorganismen, Speichel
Vor prothetischer Versorgung/Belastung	Infektion, keine ausreichende Knochenqualität, Knochenaufbau, Periimplantitis, systemische Erkrankungen, Nikotinabusus, Erfahrung des Operateurs, Ausmaß des chirurgischen Traumas, fehlende präoperative Antibiose, Mundhygiene
Nach prothetischer Versorgung/Belastung	Bruxismus, Parafunktion
Mechanische Faktoren	Implantatfraktur, Abutmentfraktur, undichte Implantat-Abutment-Verbindungen, Überbelastung
Iatrogene Faktoren	Überhitzung des Implantatlagers beim Einbringen, Nervverletzung, falsche Positionierung
Patientenbedingte Faktoren	Psychologische Komplikationen

Tab. 1.2 Faktoren welche zum Verlust dentaler Implantate führen können

Die klinische Diagnostik ist für den Behandler das wichtigste Kriterium zur Beurteilung der erfolgreichen Osseointegration eines Implantates. Hierbei gibt es verschiedene Kriterien und Methoden zur Beurteilung. Erste Anzeichen von Infektion können bereits in der initialen Einheilphase des Implantates auftreten. Schwellung, Suppuration, Fistelung, Dehiszenz und Osteomyelitis sind klinisch objektive Kriterien, die auf eine Infektion nach Implantation schließen lassen. Auch Schmerzen und Sensibilitätsstörungen können direkt nach Implantation auftreten und ein erstes Anzeichen für den darauf folgenden Verlust des dentalen Implantates darstellen. Diese Kriterien sollten jedoch immer im Zusammenhang mit der klinischen Beweglichkeit des Implantates oder einer erkennbaren Transluzenz im Röntgenbild betrachtet werden. Wenn ein Implantat allerdings eine deutliche Mobilität aufweist, so ist dies ein klares Zeichen für den Verlust des Implantates [33, 40].

1.2.1 Implantatlänge

Die Implantatlänge ist definiert als die Länge zwischen Plattform und Apex des Implantates. Obwohl bisher in keiner Studie ein signifikanter Zusammenhang zwischen knöcherner Einheilung und Implantatlänge festgestellt wurde, wiesen Implantate mit einer Länge ≤ 10 mm in einigen Studien eine höhere Verlustrate auf als Implantate > 10 mm [16-19, 22]. Andere Studien hingegen wiesen kurzen Implantaten eine höhere Erfolgsrate zu als Implantaten > 10 mm [15]. In einer Studie wurde insbesondere bei 7 mm langen Implantaten die höchste Verlustrate festgestellt, verglichen mit anderen kurzen Implantaten [46]. Kotsovilis et al. [47] stellten fest, dass es bei Implantaten mit einer rauen Oberfläche keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Überleben von kurzen (≤ 8 mm oder < 10 mm) oder konventionellen langen Implantaten (> 10 mm) gibt.

Pierrisnard et al. [48] zeigten in seiner Studie, dass kurze Implantate mehr Mobilität innerhalb des Knochens aufwiesen als längere Implantate. Weitere Untersuchungen wiesen darauf hin, dass die okklusale Kräfte bei den kurzen Implantaten nicht gleichmäßig auf die gesamte Implantatoberfläche einwirken, sondern primär auf den krestalen kortikalen Knochenanteil [48-50].

Eine schlechte Knochenqualität kann im Allgemeinen zu höheren Verlustraten führen [51].

1.2.2 Implantatoberfläche

Die Implantatoberfläche spielt für die Verankerung und die Verträglichkeit angrenzender Gewebe eine wichtige Rolle. Die erfolgreiche Osseointegration und deren Geschwindigkeit werden maßgeblich durch die Oberflächenbeschaffenheit des Implantates beeinflusst [52-53]. Die biologische Aktivität zwischen Implantat und Knochen kann durch bestimmte Eigenschaften der Implantatoberfläche optimiert werden und eine frühzeitige funktionelle Belastung des Implantates ermöglichen.

Die Implantatoberfläche setzt sich aus 4 verschiedenen Eigenschaften zusammen, welche die Osseointegration beeinflussen können [54-55]:

- Chemische Zusammensetzung
- Oberflächenenergie
- Rauigkeit der Oberfläche
- Morphologie

Anhand des Sa-Wertes wird die Oberflächenrauigkeit (average surface roughness) dentaler Implantate beschrieben. Dabei stellt der Mittenrauwert Ra (surface roughness) das zweidimensionale Pendant zum dreidimensionalen Sa-Wert dar. Sowohl Ra als auch Sa geben das arithmetische Mittel der absoluten Werte der Profilabweichungen innerhalb einer Bezugsstrecke wieder [56].

Nach Albrektsson et al. [57] werden Implantatoberflächen anhand ihrer Rauigkeit in vier Gruppen unterteilt (vgl. Tabelle 1.3).

Beschreibung	Glatte Oberflächen	Geringfügig glatte Oberflächen	Moderat raue Oberflächen	Raue Oberflächen
Sa-Wert	< 0,5 µm	0,5 – 1 µm	1 – 2 µm	> 2 µm

Tab. 1.3 Rauigkeit von Implantatoberflächen angelehnt an Albrektsson & Wennerberg [40]

Albrektsson et al. [57-58] zeigten in einer Studie, dass Implantate mit einer glatten (maschinierten) ($Sa < 1 \mu\text{m}$) Oberfläche eine schlechtere Osseointegration aufwiesen als Implantate mit einer moderat rauhen ($Sa 1-2 \mu\text{m}$) und rauhen Oberfläche ($Sa > 2 \mu\text{m}$). Moderat raue Oberflächen wiesen hinsichtlich der Osseointegration eine bessere Anlagerung von Knochen an die Implantatoberfläche auf als raue Oberflächen [56]. Piattelli et al. [59] stellten in einer Studie fest, dass maschinerte oder säuregeätzte Oberflächen im Vergleich zu rauhen Oberflächen prozentual weniger Knochen-Implantat-Kontakt besaßen. Mittlerweile haben moderat raue Implantatoberflächen aufgrund der günstigen Untersuchungsergebnisse zahlreicher Studien Implantate mit glatter Oberfläche ersetzt [57, 60-62].

Verschiedene subtraktive Verfahren wie Säureätzung, Sandstrahlen oder eine Kombination von beidem, werden heute zur Aufrauung von Implantatoberflächen eingesetzt. Aber auch additive Verfahren wie Plasma-, Titan- oder Hydroxylapatitbeschichtungen werden verwendet. Diese Verfahren sollen die Osseointegration verbessern.

Durch die Oberflächenbearbeitungsprozesse können jedoch chemische Rückstände oder Partikelverschmutzungen auf der Implantatoberfläche zurückbleiben, welche dann die Osseointegration negativ beeinflussen können [63].

1.2.3 Implantatform

Die ursprüngliche Form einteiliger, blattförmiger, schrauben- und stiftförmiger Implantate hat sich im Laufe der Zeit verändert. Heutzutage werden meist Formen wie schraubenförmig, konisch (wurzelförmig) oder zylindrisch (parallelwandig) oder eine Kombination beider verwendet (siehe Abb. 1.1).

Generell ist intraoperativ immer eine Primärstabilität anzustreben, da sie schädliche Relativbewegungen während der Einheilphase und Implantatdislokationen (z.B. in den Sinus maxillaris) vermeiden hilft. Bei den zylindrisch geformten Implantaten erfolgt die Primärstabilität durch eine Art Klemmpassung. Diese wird erreicht durch ein vorher etwas schmaler dimensioniertes Implantatlager, während bei den schraubenförmigen Implantaten die Primärstabilität durch unterschiedliche Gewindeformen erreicht wird. Die heutigen Implantatsysteme unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Form fast nur noch im Detail voneinander (z.B. unterschiedliche Gewindegeometrie und verschiedenen Ankopplungsmöglichkeiten von Aufbauten).

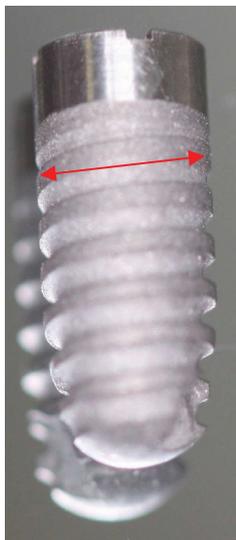


Abb. 1.1 8 mm kurzes konisches Ankylos®
Implantat mit Darstellung des
Implantatdurchmessers durch roten Pfeil

1.2.4 Implantatdurchmesser

Der Implantatdurchmesser ist definiert als der Abstand zwischen den äußersten gegenüberliegenden Punkten des Implantatgewindes wie der rote Pfeil in Abbildung 1.1 darstellt. Er ist nicht mit der Implantatplattform gleichzusetzen, bei der die Schnittstelle Implantat/Abutment gemessen wird, wie der rote Pfeil in Abbildung 1.2 zeigt.



Abb. 1.2 Bicon© Implantatsystem mit Abutment und Darstellung der Schnittstelle Implantat/Abutment

Heutzutage werden viele verschiedene Implantatweiten und Plattformen angeboten. Eine weite Implantatplattform ist jedoch nicht unbedingt mit einem weiten Implantatdurchmesser gleichzusetzen. Die momentan verfügbaren Implantatdurchmesser variieren von 3 mm bis 7 mm. Die Anforderungen an den Implantatdurchmesser werden durch chirurgische und prothetische Gesichtspunkte bestimmt.

Aus biomechanischer Sicht bewirkt der Einsatz eines größeren Implantatdurchmessers, durch den damit verbundenen höheren Anteil an umgebenen Knochen, eine geringere Stressbelastung der umliegenden Knochenbereiche [64]. Der Gebrauch von Implantaten mit einem größeren Durchmesser wird allerdings von der Breite des Alveolarkammes und ästhetischen Ansprüchen limitiert.

1.2.5 Implantatdesign

Die Gewindeform ist bei den verschiedenen Implantatsystemen unterschiedlich gestaltet. Das Gewindedesign wurde zunächst an das der Osteosyntheseschrauben angelehnt. Da Druckspitzen innerhalb des Systems zu vermeiden sind, besitzen die meisten Implantatsysteme abgerundete Gewindeganten. In der heutigen Zeit gibt es zu fast allen gängigen Systemen eine optische Vergleichsuntersuchung der Spannung, die sogenannte Finite-Element-Analyse.

Die Anzahl der Gewindeschnitte variiert innerhalb eines Implantatkörpers, so besitzen Bränemark® und IMZ® Implantate vom kortikalen Durchtritt bis zur Implantatspitze eine homogene gleichmäßige Anzahl an Gewindeschnitten, während bei Systemen wie Frialit-2 nur im apikalen Abschnitt tiefe Gewindeschnitte integriert sind. Durch Veränderung der Gewindegeometrie (Erhöhung der Gewinde und Vertiefung derer) kann die Implantatoberfläche vergrößert werden [65].

1.2.6 Richtung der eingeleiteten Kraft/Implantat-Kronen-Verhältnis

Mit dem enossalen Anteil des Implantates müssen die durch Kaubewegung eingeleiteten Kräfte an die Umgebung weitergeleitet werden. Um den umliegenden Knochen zu erhalten und um nicht durch Fehlbelastung einen Knochenabbau zu induzieren, sollten Druckspitzen vermieden werden. Dies kann durch eine abgerundete Oberfläche und Oberflächenvergrößerung des Implantatdesigns erfolgen. Mit dem Verlust des vertikalen Knochenangebots erhöht sich nach Implantation automatisch die Länge der Implantat-prothetischen Versorgung (Krone).



Abb. 1.3 Röntgenbild (Lange Implantatkronen in Regio 17 und 27. Darstellung der Kronenlänge mit rotem Pfeil)

In Abbildung 1.3. ist deutlich zu erkennen, wie durch die fehlende vertikale Knochenhöhe die Länge des Implantates limitiert ist. Um die Krone in die Zahnreihe eingliedern zu können, muss diese im Verhältnis zur Implantatlänge deutlich verlängert werden.

Limitierende Faktoren, welche zum Implantatverlust führen können sind okklusale Überbelastung, extensiv ausgedehnte Anhängeglieder, Parafunktionen, unzulässige okklusale Gestaltung, Eckzahnführung und inadäquate Anzahl an Implantaten bei implantatgetragendem herausnehmbarem/festsitzenden Zahnersatz [66]. Erhöht sich die prothetische Krone in der Länge von 10 mm auf 20 mm, erhöhen sich die okklusalen Kräfte auf das Implantat um 100 % [67]. Auch die Angulation eines Abutments erhöht die Belastung auf das Implantat. Angulationen des Abutments um 12° erhöhen die Belastung um 20 % [68].

1.3 Knochen als Implantatlager

Voraussetzung für die Insertion eines dentalen Implantates ist eine ausreichende Höhe und Breite des Kieferkammknochens. Zahnverlust ist häufig mit Substanzverlust der umliegenden Hart- und Weichgewebe verbunden.

Die Alveolarfortsatzatrophie tritt meist infolge von Zahnverlust auf. Hierbei handelt es sich um einen chronisch irreversiblen progressiven Umbauvorgang des Knochens in horizontaler wie auch in vertikaler Dimension. Aber auch andere Faktoren wie Parodontitis, endodontische Infektionen oder Traumata können zu einem Verlust des Alveolarkammes führen [69].

Bei der Alveolarfortsatzatrophie schreitet der Verlust an vertikaler Höhe in der Mandibula und in der Maxilla jährlich um ca. 0,5 mm fort. Die durchschnittliche Resorptionsrate in vertikaler Dimension ist im Unterkiefer viermal größer als im Oberkiefer [70]. Die vertikale Richtung der Resorption ist in Mandibula und Maxilla ebenfalls unterschiedlich.

Augmentative Maßnahmen wie lokale Knochentransplantation, Sinuslift, Beckenkammaugmentation, Alveolarfortsatzdistraktion und andere dienen der Addition von Knochen. Durch diese prä-implantologischen Maßnahmen steigt allerdings auch das Risiko für Verluste und postoperative Komplikationen. Die Prognose für Implantate im natürlichen Knochenlager unterscheidet sich von der Prognose für Implantate im augmentierten Knochenlager [71]. Je nach Augmentationsart wurden auch innerhalb der augmentierten Knochenbereiche unterschiedlich hohe Überlebensraten der Implantate festgestellt [72].

1.4 Knochenqualität

Der Begriff Knochenqualität wird in der Literatur häufig verwendet, weist aber eine weite Definitionsvarianz auf [73-74].

Die elastischen Eigenschaften und das Druckverhalten von trabekulärem Knochen hinsichtlich der Relation zur Knochendichte wurden von Hernandez et al. untersucht [73]. Sie stellten fest, dass der Knochen in der axialen Richtung, welche auch gleichzeitig mit der Hauptausrichtung der Trabekel übereinstimmt, fester war als in der transversalen Richtung.

In einer anderen Studie wurde untersucht, wie sich die Morphologie des Knochens in zahnlosen Bereichen verändert, in welchen die mechanische Belastung stark herabgesetzt ist. Die Autoren der Studie kamen zu dem Ergebnis, dass sich die Knochenmorphologie im unbezahnten Bereich hinsichtlich der Morphologie nicht verändert [74]. Mittels des Mechanostat-Modells (ein Modell mit welchem man Modeling und Remodeling am Knochen untersuchen kann) untersuchten Frost et al. den Zusammenhang zwischen der mechanisch-elastischen Verformung innerhalb des Knochens und den daraus resultierenden Knochenabbau- und Knochenaufbauvorgängen [75]. Es zeigte sich, dass das Wachstum von Knochen und dessen Abbau durch die maximale elastische Verformung des Knochens bestimmt wird. Der Vorgang des Ab- und Anbaus findet ein Leben lang statt.

Die Knochenqualität stellt einen entscheidenden Faktor für die knöcherne Verankerung des Implantates im Knochen dar. Denn die Osseointegration ist zum einen von der Primärstabilität abhängig, welche von der Dichte der Kortikalis und von der Knochenqualität determiniert wird und zum anderen von der Sekundärstabilität, die aus der fortschreitenden Anlagerung von Knochen entlang der gesamten Implantatoberfläche resultiert.

Mithilfe von Röntgenaufnahmen kann eine grobe Einschätzung der Knochenqualität vor chirurgischer Intervention vorgenommen werden. Eine Beurteilung der spongiosen Knochenanteile ist jedoch schwierig, da Überlagerungen der Kortikalis eine genaue Einschätzung erschweren und gerätespezifische Unterschiede in der röntgenologischen Darstellung einen zusätzlichen unsicheren Faktor darstellen können [76].

Die Knochenqualität wurde durch verschiedene Autoren beschrieben. Nach Lekholm und Zarb (1985) wurde der Knochen radiologisch nach Hounsfield Einheiten (HU) in 4 Klassen eingeteilt (vgl. Tabelle 1.4) [77]. In Klasse eins ist fast ausschließlich homogene Kompakta vorhanden, in Klasse zwei findet sich eine breite Kompakta mit einer engmaschigen Spongiosa, in Klasse drei besteht der Knochen aus einer eher dünnen Kompakta mit einer engmaschigen Spongiosa während in Klasse vier bei einer dünnen Kompakta nur noch weitmaschige Spongiosaräume bestehen.

Einteilung	Knochenqualität
Klasse 1	Fast ausschließlich homogene Kompakta
Klasse 2	Breite Kompakta / engmaschige Spongiosa
Klasse 3	Dünne Kompakta / engmaschige Spongiosa
Klasse 4	Dünne Kompakta / weitmaschige Spongiosa

Tab. 1.4 Einteilung der Knochendichte nach Lekholm und Zarb [77]

Eine weitere Einteilung der Knochenqualität erfolgte nach Misch et al. [78] und ist in Tabelle 1.5 dargestellt.

Einteilung	Auswirkung auf die Implantation
D1 - Dichte Kompakta UK anterior	Gute Primärstabilität Große Osseintegrationsoberfläche (Reduzierte Blutversorgung; Cave: Überhitzung)
D2 – Dichte poröse Kompakta, engmaschige Spongiosa OK anterior / UK posterior	Gute Primärstabilität Gute Einheitendenz (Blutversorgung)
D3 – dünne poröse Kompakta, weitmaschige Spongiosa OK und UK posterior	Gute Blutversorgung Reduzierte Osseintegrationsfläche (Cave: Bohrlocherweiterung)
D4 – weitmaschige Spongiosa OK posterior	Geringe Primärstabilität Reduzierte Osseintegrationsfläche (Cave: Bohrlocherweiterung)

Tab. 1.5 Einteilung der Knochenqualität nach Misch et. al. [78]

D1 Knochen ist hauptsächlich in der anterioren Mandibula vorzufinden. Knochen der Klasse D2 findet sich in der anterioren Mandibula und Maxilla und der posterioren Mandibula. D3 Knochen ist in der anterioren Mandibula, posterioren Mandibula und Maxilla anzutreffen. D4 Knochen findet sich hauptsächlich in der posterioren Maxilla.

Insbesondere im Hinblick auf die implantologische Planung und Durchführung ist die präoperative Bestimmung der Knochenqualität von Vorteil [79]. In einer Studie von Jemt et al. [80] wurde festgestellt, dass in Regionen mit einer schlechten Knochenqualität, Überbelastungen durch die prothetische Versorgung schneller zum Implantatverlust führten.

Dem Implantologen stehen heute mehrere Möglichkeiten zur Beurteilung der Knochenqualität zur Verfügung. Die Knochenqualität kann durch den Operateur subjektiv eingeschätzt werden, indem er den Widerstand beim Bohren beurteilt [81-82]. Zudem kann präoperativ eine radiologische Einschätzung der Knochenqualität erfolgen [83]. Die dreidimensionale Volumen-Tomographie (DVT) oder die Computertomographie (CT) sind Verfahren, die heutzutage eine röntgenologische Aussage hinsichtlich der Knochenqualität erlauben [79, 84-86].

Weitere Verfahren wie der Periotest und die Resonanzfrequenzanalyse können ebenso die Stabilität des Implantates im Knochen erfassen [87-88]. In einem systematischen Review kamen Ribeiro-Rotta et al. jedoch zu dem Ergebnis, dass jedes Verfahren, welches die Beurteilung der Knochenqualität und der Knochendichte prä-implantologisch und post-implantologisch bewertet, Ungenauigkeiten birgt und dass zur Zeit noch kein adäquates Verfahren zum Bestimmen und Messen dieser zwei Variablen zu finden ist [89].

1.5 Region

Kaukräfte sind in den posterioren Kieferregionen höher als in anterioren intraoralen Bereichen. Einige Studien zeigten, dass lange Implantate häufig in anterioren Bereichen inseriert werden, obwohl dort geringere Kräfte vorherrschen als im posterioren Bereich [22, 90]. Dies mag allerdings an den anatomischen Gegebenheiten liegen und dem häufig besseren Knochenangebot in anterioren Bereich geschuldet sein. Hutton et al. [91] stellten in ihrer Studie fest, dass implantatgetragene Prothesen in Regionen des Oberkiefers mit unvorteilhafter Kaukräfteverteilung, aufgrund der dort vorherrschenden schlechteren Knochenverhältnisse, eine höhere Verlustrate aufwiesen.

2. Material und Methode

2.1 Evidenzbasierte Medizin

Der Begriff Evidenz stammt aus dem Englischen und bedeutet „Beweis“ oder „Nachweis“. Evidenzbasierte Medizin ist der gewissenhafte, ausdrückliche und vernünftige Gebrauch der gegenwärtig besten externen wissenschaftlichen Evidenz für Entscheidungen in der medizinischen Versorgung individueller Patienten. Die Praxis der evidenzbasierten Medizin bedeutet die Integration individueller klinischer Expertise mit der bestmöglichen externen Evidenz aus systematischer Forschung [92].

Die Ergebnisse wissenschaftlicher Studien dienen als Beweis oder Nachweis für oder gegen den Nutzen einer, in einer Studie erprobten medizinischen Methode. Studienaufbau, Methodik und Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeiten können fehlerhaft sein. Deswegen wird die Qualität der Evidenz von wissenschaftlichen Studien anhand des Studienaufbaus und der Durchführung nach bestimmten Regeln eingeschätzt. Der Evidenzgrad gibt Aufschluss über die Qualität der einzelnen Studie. Je höher der Evidenzgrad, desto höher ist die Qualität und desto sicherer das Studienergebnis und die Aussage über die einzeln untersuchte medizinische Methodik. Die Einteilung der Evidenz erfolgt in verschiedene Klassen nach Empfehlungen der „Agency for Health Care Policy and Research“ (AHCPR) (vgl. Tabelle 2.1). Es werden sechs Grade unterschieden von Grad Ia bis Grad IV, wobei Studien des Evidenzgrades Ia die höchste Evidenz und Studien des Grades IV die geringste Evidenz wiedergeben.

Ia	Evidenz aufgrund von Metaanalysen randomisierter, kontrollierter Studien
Ib	Evidenz aufgrund mindestens einer randomisierten, kontrollierten Studie
IIa	Evidenz aufgrund mindestens einer gut angelegten, kontrollierten Studie ohne Randomisation
IIb	Evidenz aufgrund mindestens einer gut angelegten, nicht randomisierten und nicht kontrollierten klinischen Studie, z.B. Kohortenstudie
III	Evidenz aufgrund gut angelegter, nicht experimenteller, deskriptiver Studien, wie z.B. Vergleichsstudien, Korrelationsstudien und Fall-Kontroll-Studien
IV	Evidenz aufgrund von Berichten der Experten-Ausschüsse oder Expertenmeinungen und/oder klinischer Erfahrung anerkannter Autoritäten

Tab. 2.1 Evidenzklassen [modifiziert nach AHCP, 1992; SIGN, 1996]

Härtegrade	Zugrundeliegende Evidenz
A	Evidenzklassen Ia, Ib oder aus klinischer Sicht erstrangig
B	Evidenzklassen IIa, IIb, III oder aus klinischer Sicht zweitrangig
C	Evidenzklasse IV oder aus klinischer Sicht drittrangig

Tab. 2.2 Gewichtung & Empfehlung - Härtegrad [mod. nach AHCP, 1992; SIGN, 1996]

Eine Gewichtung und Empfehlung anhand von Härtegraden wurde im Jahre 1992 ebenfalls nach Angaben der AHCP modifiziert (vgl. Tabelle 2.2). Bei der Bewertung einzelner Studien und deren Einteilung in die einzelnen Evidenzklassen sollte unbedingt die Qualität der jeweiligen Studie berücksichtigt werden. Eine hochwertige Fall-Kontrollstudie besitzt beispielsweise einen höheren Wert als eine fehlerhafte randomisierte kontrollierte Studie.

2.2 Studiendesign

In der Literatur wird der Begriff „Studiendesign“ uneinheitlich verwendet. Das Wort Studiendesign wird häufig auf die Auswahl eines geeigneten Studientyps reduziert. Unter dem Begriff Studiendesign kann jedoch auch das Gesamtkonzept aller Vorgehensweisen im Rahmen einer Studie verstanden werden.

Als wesentliche Kriterien des Studiendesigns gelten die Fragestellung, die Beobachtungseinheit, die Studienpopulation, das Messverfahren, der Studientyp und die Fallzahlab schätzung. Die Wahl des geeigneten Studiendesigns entscheidet über

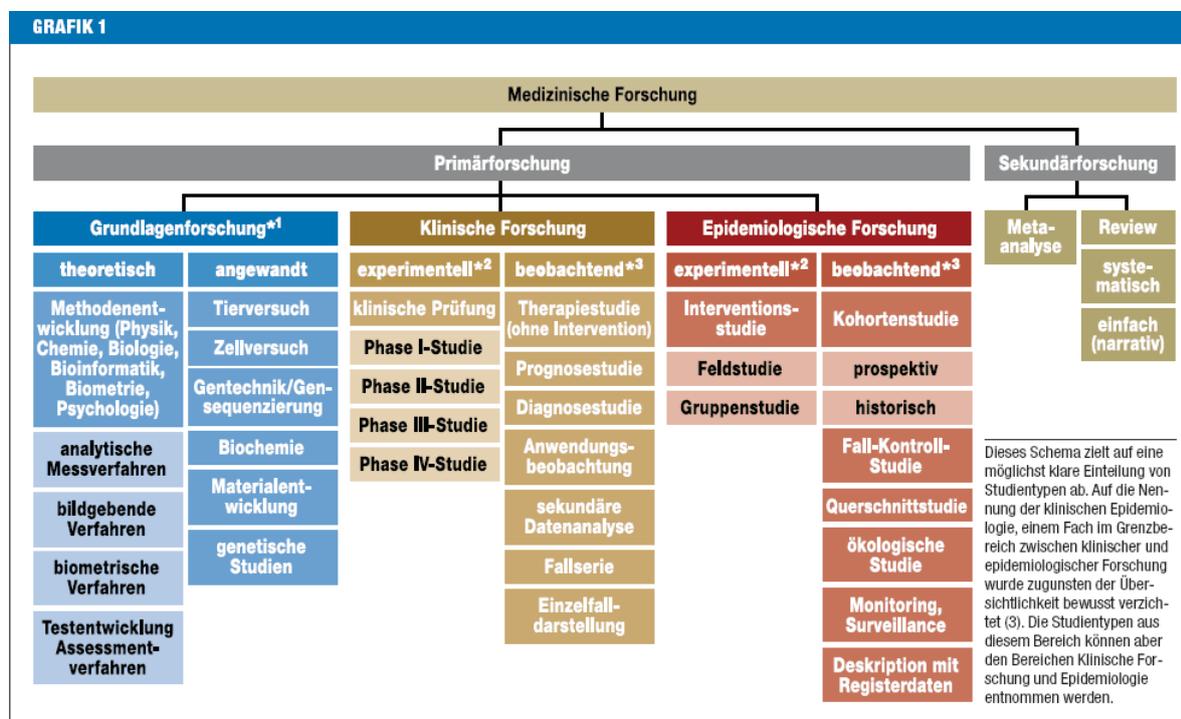
die Qualität, Aussagekraft und Publikationswürdigkeit einer medizinischen Studie [93].

Das Studiendesign sollte vor dem Beginn jeder Studie sorgfältig geplant werden, da im Nachhinein ein Korrigieren von Fehlern, also nach Erhebung der Daten nur erschwert möglich ist.

2.3 Studientyp

In der medizinischen Forschung unterscheidet man zwischen Primärforschung und Sekundärforschung. In der Primärforschung wird die wissenschaftliche Studie durchgeführt, während in der Sekundärforschung schon vorhandene Ergebnisse wissenschaftlicher Studien in Form von Metaanalysen und Reviews zusammengefasst werden. Röhrig et al. [94] teilten die verschiedenen Studientypen wie folgt ein (vgl. Abbildung 2.1).

Longitudinalstudien sind epidemiologische Studien, welche der Untersuchung zeitlicher Zusammenhänge dienen. Es müssen an mindestens zwei Zeitpunkten innerhalb der Studie Daten erhoben werden.



Einteilung verschiedener Studientypen

*¹ häufig synonym verwendet: Experimentelle Forschung; *² analoger Begriff: interventionell; *³ analoger Begriff: nicht interventionell/nicht experimentell

Abb. 2.1 Einteilung verschiedener Studientypen nach Röhrig et al. [94]

2.4 Validierung klinischer Studien

Der Aufbau wissenschaftlicher Studien ist stets gleich. Er gliedert sich in Einleitung, Methodenteil, Ergebnissteil, Diskussion und Literaturangaben. Gegebenenfalls wird noch eine Schlussfolgerung angehängt.

Die Validität einer Studie zu erkennen kann sich schwierig gestalten. Das Fehlen wichtiger Angaben zum Studiendesign erschwert häufig die Beurteilung klinischer Studien. Im Jahre 1996 wurde von einer Gruppe von Wissenschaftlern „Gemeinsame Anforderungen bei der Berichterstattung klinischer Studien“ vorgeschlagen um die Beurteilung von wissenschaftlichen Studien zu verbessern. Das sogenannte CONSORT-Statement ("Consolidated Standards of Reporting Trials" - Gemeinsame Standards für die Beschreibung von Studien) soll die Qualität der Berichterstattung im Bereich der klinischen Forschung verbessern. Das CONSORT-Statement ist die international anerkannte Leitlinie zur Publikation randomisierter, kontrollierter klinischer Studien. Das CONSORT-Statement besteht aus einer Checkliste und einem Flussdiagramm. Das Flussdiagramm stellt die Zusammensetzung der beobachteten Patientenpopulation in den verschiedenen Stadien einer wissenschaftlichen Studie dar (vgl. Abbildung 2.2). Die Checkliste enthält die 22 wichtigsten Punkte zu denen Angaben in einer wissenschaftlichen Publikation vorhanden sein sollten. Im März 2010 wurde eine Neubearbeitung [95] sowie ein Artikel mit umfassenden Erklärungen zum CONSORT-Statement [96] veröffentlicht.

Die Qualität der Publikationen hat sich seit Veröffentlichung des CONSORT-Statements zwar erheblich verbessert, doch weisen, laut einer Studie von Hopewell et al. [97] viele Publikationen immer noch essentielle Mängel innerhalb der wissenschaftlicher Studien auf. Das wesentliche Ziel in der klinischen Forschung sollte in der Qualitätssteigerung und in der Transparenz der klinischen Studien liegen.

Ein prospektives Vorgehen, das Studienprotokoll, die randomisierte Behandlungszuweisung, Verblindung und die „intention-to-treat“-Auswertung sind Kriterien, welche für die hohe Validität einer Studie stehen.

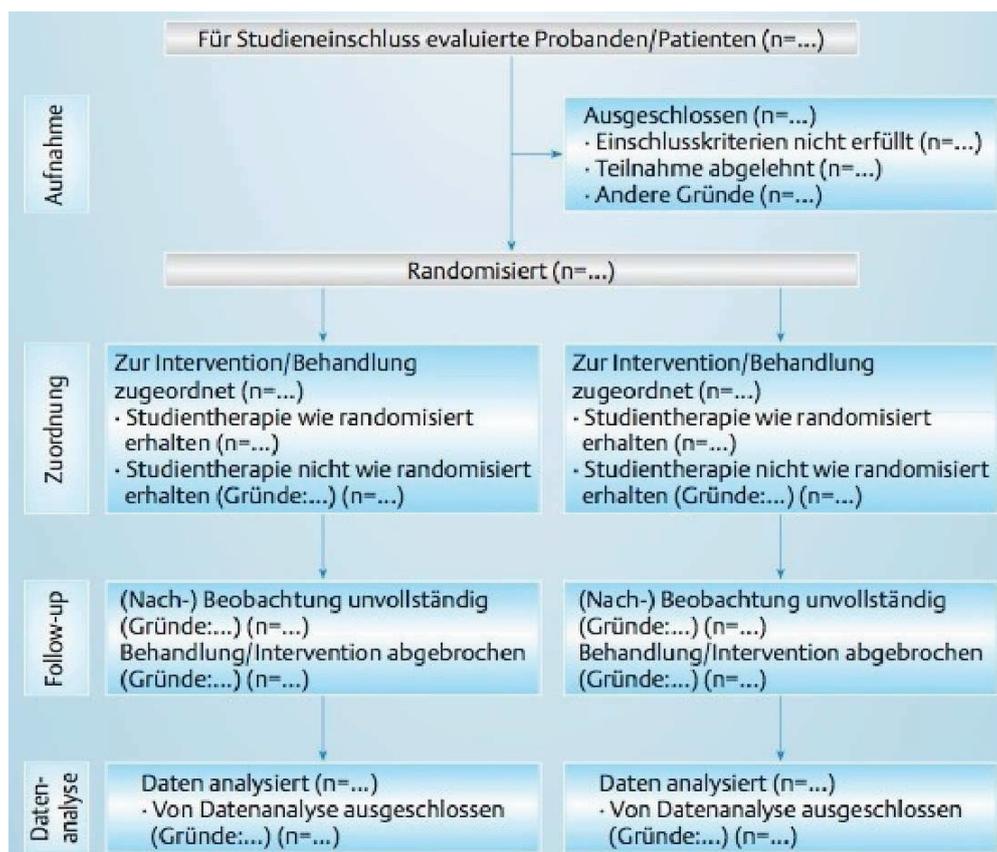


Abb. 2.2 Flussdiagramm des CONSORT-Statements [96]

2.5 Systematischer Review

Der systematische Review kombiniert die Ergebnisse einzelner Studien unter Einhaltung verschiedener Aspekte (Einbeziehung der gesamten publizierten und nichtpublizierten Ergebnisse, und die Homogenität der Resultate). Er kann zudem durch eine Metaanalyse unterstützt werden. Er stellt die qualitative Zusammenfassung der Ergebnisse einzelner Studien dar [98]. Die Ergebnisse werden deskriptiv oder mit Hilfe statistischer Methoden (Metaanalyse) zusammengefasst. Allerdings führt nicht jeder systematische Review zu einer Metaanalyse. Genaue Angaben über die Vorgehensweise, die zu einem Ein- oder Ausschluss einer Studie geführt haben, sowie die Darstellung der Suchstrategie sind wichtig für die Aussagekraft eines systematischen Reviews. Nicht alle Reviews erfüllen diese Kriterien.

Ein systematischer Review sollte:

- Ein definiertes Thema vorweisen
- Definierte Ein- und Ausschlusskriterien angeben
- Reproduzierbare Angaben über Suchkriterien für Studien aufweisen
- Strukturierte Zusammenfassung über Studienziel, Methodik und Ergebnisse auflisten
- Eine Liste aller untersuchten Studien beinhalten mit Angaben zu deren Studienqualität und Studiencharakter
- Die Studiensensitivität darstellen
- Eine Metaanalyse vorweisen

Die Qualität einer systematischen Übersicht ist von der Qualität der durchgeführten und transparent dargestellten Literaturrecherche abhängig.

Spezielle Literaturrecherche:

Hinsichtlich der Fragestellung dieser Arbeit wurde nach Literatur gesucht, welche Erfolgsrate, Überlebensrate und beeinflussende Faktoren von kurzen dentalen Implantaten beinhaltet.

Zu diesem Zweck wurde in verschiedenen Datenbanken nach Veröffentlichungen gesucht, welche zwischen Januar 1990 und Dezember 2010 zum entsprechenden Thema publiziert wurden. Folgende Datenbanken wurden hierbei berücksichtigt:

- PubMed
- Medline Datenbank der U.S. National library of Medicine
- Cochrane Library

Die folgenden Suchbegriffe wurden in der Online Recherche verwendet und mittels des Boole'schen Suchoperators "AND" miteinander kombiniert:

- Implant / Implants
- Short
- Length
- Reduced alveolar bone height
- Success
- Failure
- Osseointegrated
- Survival rate
- < 10 mm
- ≤ 10 mm
- Dental
- Gap
- Width
- Successrate

Die Listen der mittels dieser Stichworte gefundenen Studien wurden nach weiteren relevanten Publikationen durchsucht.

Zur Auswertung kamen Veröffentlichungen für den Bereich kurzer Implantate, Reviews, randomisierte und nicht randomisierte klinische Studien, Kohortenstudien, Fall-Kontroll-Studien und Fallstudien mit mehr als 10 Fällen. Es wurden diejenigen Studien identifiziert, die den Kriterien für diese Literaturstudie entsprachen. Studien, deren Abstracts nicht online einsehbar waren, wurden über die Fernleihe der Universitätsbibliothek Frankfurt und Düsseldorf bezogen und entsprechend bearbeitet. Anhand von Ausschlusskriterien (siehe Tab. 2.3) wurde eine weitere Studienselektion durchgeführt. Von allen potentiell relevanten Literaturstellen wurden die entsprechenden Volltexte beschafft. Zum größten Teil (70 %) erfolgte dies über den Direktzugriff via Internet.

Publikationen, die frei verfügbar waren ("Open Access") wurden als PDF-Dokument heruntergeladen. Die restlichen 30 % konnten über die Fernleihe der Universitätsbibliotheken Frankfurt und Düsseldorf bezogen werden.

Es wurden 22129 Artikel elektronisch und manuell detektiert, davon wurden 1687 doppelt detektierte Artikel ausgeschlossen. Nach dem Screening der Titel und Abstracts waren 642 Artikel verblieben. Hier erfolgte nochmals eine Selektion und Filterung anhand der Ausschlusskriterien aus Tabelle 2.3 und es wurden 41 Humanstudien ausgewählt, die sich generell mit der Überlebensrate und Erfolgsrate kurzer und langer Implantate befassten. Weiterhin wurden aus den 642 Artikeln 17 Studien identifiziert, die sich spezifisch mit der Überlebens- und Erfolgsrate ausschließlich kurzer Implantate befassten. Die Daten von Interesse wurden in zwei Studientabellen (vgl. Tabellen 4.1 und 4.2) und in einer Verlusttabelle (vgl. Tabelle 4.3) zusammengefasst.

Ebenso wurde die Anzahl aller gesetzter kurzer Implantate (Längen 6 mm, 7 mm, 8 mm, 8,5 mm, 9 mm, 9,5 und 10 mm) mit ihren jeweiligen Spezifika zusammengefasst. Die ermittelten Angaben zu den jeweiligen Verlusten wurden in einer separaten Verlusttabelle (vgl. Tabelle 4.3) dargestellt.

Ausschlusskriterien:
Artikel nicht in englischer oder deutscher Sprache verfasst
Tierexperimentelle Studie
Case - Report
Kieferorthopädische Mini-Implantate
Anzahl der Verluste pro Länge nicht angegeben
Anzahl der gesetzten Implantate pro Länge nicht angegeben
Beobachtungszeitraum < 12 Monate

Tab. 2.3 Auflistung der Ausschlusskriterien

3. Ergebnisse

3.1 Anzahl und Studiendesign der veröffentlichten Studien

In Abbildung 3.1 sind die 41 identifizierten relevanten Studien der Jahre 1990-2010 dargestellt. Es zeigt sich, dass seit etwa 10 Jahren kontinuierlich Studien zum Thema kurze dentale Implantate veröffentlicht wurden. Von den insgesamt 41 Studien des erfassten Untersuchungszeitraums, wurden im Durchschnitt 3 Studien pro Jahr publiziert. Am häufigsten wurden 2 Studien pro Jahr publiziert (in 7 von 20 Jahren), gefolgt von jeweils einer Studie pro Jahr (in 6 von 7 Jahren), 3 Studien pro Jahr wurden 1993, 2002 und 2004 publiziert, keine Studien wurden in den Jahren 1992, 1996 und 1997 veröffentlicht. Hingegen finden sich im Jahr 2006 fünf und im Jahr 2000 sieben Publikationen, die sich mit kurzen Implantaten beschäftigen.

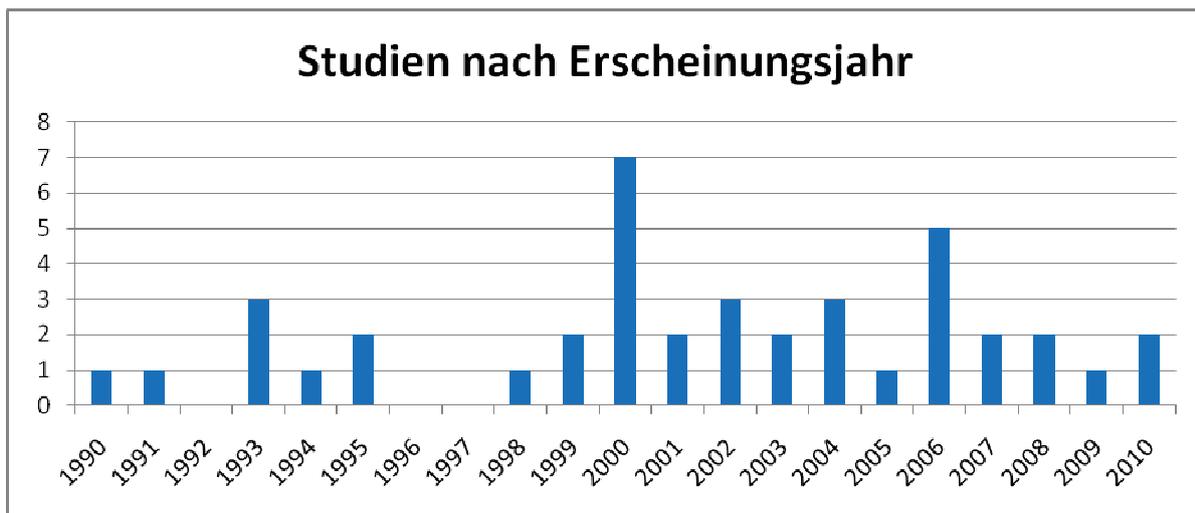


Abb. 3.1 Publierte Studien zu kurzen Implantaten nach Erscheinungsjahr

Insgesamt waren von den 41 erfassten klinischen Studien 26 (63,4 %) retrospektive Studien, 11 (26,8 %) prospektive Studien, 2 (4,9 %) longitudinale Studien und bei 2 (4,9 %) Studien konnte das Studiendesign nicht bestimmt werden, da es im Studienprotokoll keine detaillierten Angaben dazu gab (vgl. Abbildung 3.2) Retrospektive Follow-up-Studien wurden ebenfalls als retrospektive Studien erfasst.

Es konnten 8 Reviews zum Thema ermittelt werden, welche jedoch nicht unter den 41 klinischen Studien berücksichtigt wurden.

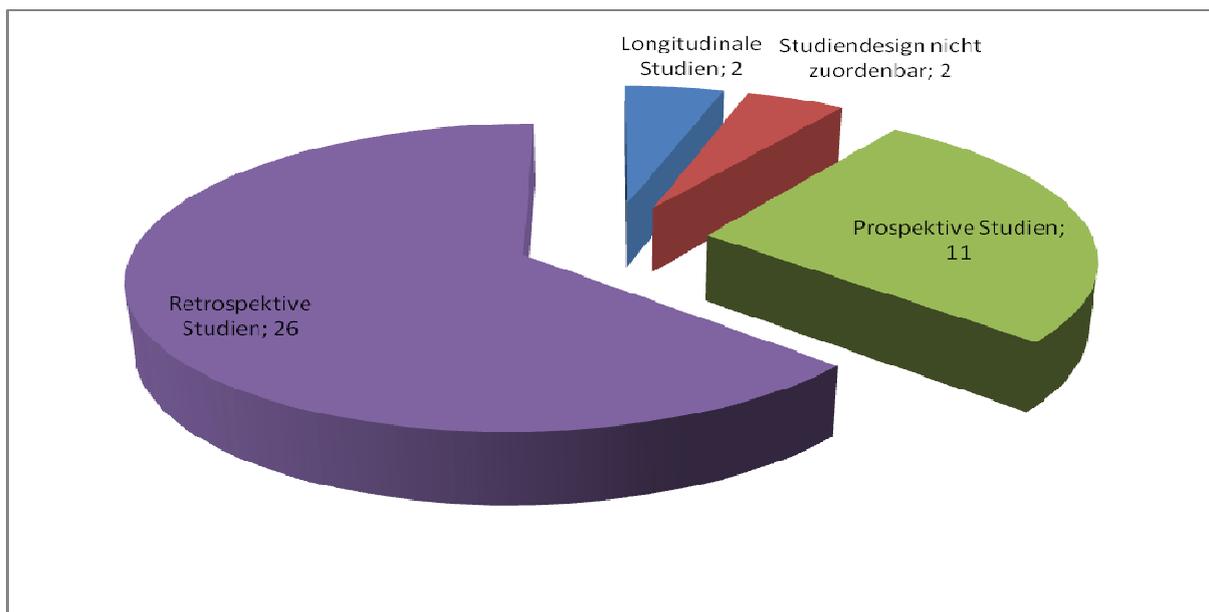


Abb. 3.2 Verteilung der Studiendesigns innerhalb der 41 Studien

Studien welche lange und kurze Implantate untersuchten	Studiendesign	Studien welche ausschließlich kurze Implantate untersuchten	Studiendesign
Jemt and Lekholm 1993 [18]	RS	Triplett 1991 [99]	RS
Jemt and Pettersson 1993 [100]	RS	Stellingsma 2000 [101]	RS
Nevins 1993 [102]	RS	Tawil 2003 [13]	RS
Eckfeldt 1994 [103]	RS	Fugazzotto 2004 [104]	RS
Jemt and Lekholm 1995 [80]	RS	Griffin 2004 [105]	RS
Becker 1999 [106]	PS	Renouard 2005 [107]	RS
Steenberghe 1990 [19]	PS	Misch 2006 [65]	RS
Higuchi 1995 [108]	PS	Anitua 2010 [109]	RS
Lekholm 1999 [110]	PS	Anitua 2008 [111]	RS
Bahat 2000 [16]	RS	Grant 2009 [112]	RS
Testori 2001 [113]	PS	Friberg 2000 [114]	RS
Testori 2002 [115]	PS	Malo 2007 [116]	RS
Garlini 2003 [117]	RS	Romeo 2006 [118]	LS
Winkler 2000 [15]	RS	Degidi 2007 [119]	RS
Ferrigno 2002 [120]	PS	Deporter 2001 [121]	PS
Nedir 2004 [122]	PS	Deporter 2000 [123]	PS
Bischof 2006 [124]	RS	Ten Bruggenkate 1998 [125]	NZ
Cochran 2002 [126]	PS		
Jemt 2006 [127]	RS		
Lee 2010 [128]	RS		
Snauwaert 2000 [43]	RS		
Brocard 2000 [37]	LS		
Arlin 2006 [129]	NZ		
Fugazzotto 2008 [130]	RS		

Tab. 3.1 Studien mit ausschließlich kurzen Implantaten oder kurzen u. langen Implantaten

3.2 Untersuchte Evaluationsmarker und Indices

Insgesamt wurden 16797 kurze Implantate (≤ 10 mm) in der vorliegenden Recherche berücksichtigt.

Alle zu evaluierenden Faktoren wie Autor, Studiendesign, Jahr der Publikation, mean Follow-up, Studienzeitraum, Implantatlänge, Implantatdurchmesser, Anzahl der gesetzten Implantate, Anzahl der gesetzten Implantate/Länge, Gesamtanzahl der gesetzten Implantate, Misserfolge/Länge, Erfolgs- bzw. Überlebensrate/Länge, Gesamterfolgsrate, kumulative Erfolgs- bzw. Überlebensrate nach 2, 3, 5, 7 und 10 Jahren, Implantatsystem, Implantatoberfläche, Region (OK/UK), Lokalisation (posterior/anterior), Patientenselektion (Ausschlusskriterien angegeben, Raucher, männlich, weiblich), prä-chirurgisches Protokoll (Antibiose, Augmentation, Zeitpunkt der Implantation, Anzahl der Chirurgen, Knochenqualität, Torque, Drehzahl, Einheilungstechnik), Zeitpunkt Freilegung, Zeitpunkt definitiver prothetischer Versorgung, Erfolgskriterien, Besonderheiten wurden in die Studientabellen 4.1 und 4.2 eingepflegt.

Die Implantatverluste und relevanten Faktoren (Autor, Jahr, Anzahl der Verluste, Implantatlänge, Implantatdurchmesser, Implantatsystem, Knochenqualität, Implantatoberfläche, Raucher, Gender, Region (OK/UK), Lokalisation (posterior/anterior), prothetisch versorgt, Monat des Verlustes, Torqueangabe, spezielle Angaben zum Verlust) wurden in einer Verlusttabelle (vgl. Tabelle 4.3) zusammengefasst. Aus diesen beiden Tabellen wurden die Ergebnisse ermittelt und zusammengefasst.

In Tabelle 3.2 sind alle Kriterien dargestellt, die in den 41 Studien gefunden wurden. Es zeigt sich, dass zur Bewertung der Studienergebnisse ein recht breites und inhomogenes Spektrum an Bewertungskriterien eingesetzt wurde.

Kriterien
Anzahl und Design der veröffentlichten Studien
Untersuchte Evaluationsmarker und Indices
Patientenspezifische Merkmale - Ausschlusskriterien
Patientenspezifische Merkmale - Raucher
Patientenspezifische Merkmale - Männlich/Weiblich
Patientenspezifische Merkmale - Antibiose
Prä-augmentative Maßnahmen
Zeitpunkt der Implantation (Sofort-, Früh-, Spätimplantation)
Chirurgische Aspekte- Anzahl Chirurgen/Studie
Chirurgische Aspekte- Knochenqualität
Chirurgische Aspekte- Torqueangabe
Chirurgische Aspekte- Drehzahlangabe beim Inserieren
Chirurgische Aspekte- Einheilung (gedeckt, transgingival)
Chirurgische Aspekte- Anzahl Chirurgen/Studie
Zeitpunkt Freilegung definitiver prothetischer Versorgung und Erfolgskriterienauswahl
Studienzeitraum
Anzahl der Patienten
Gesetzte kurze Implantate Anzahl
Gesetzte kurze Implantate Länge
Gesetzte kurze Implantate Durchmesser
Gesetzte kurze Implantate Implantatsysteme
Gesetzte kurze Implantate Implantatoberfläche
Überlebensrate Länge
Überlebensrate Lokalisation
Misserfolgsrate Monat des Verlustes
Misserfolgsrate-spezielle Angaben zu den Verlusten

Tab. 3.2 In den analysierten Studien verwendete Evaluationskriterien

3.3 Ausschlusskriterien von Patienten

In 26 (63,4 %) der untersuchten Studien fanden sich detaillierte Angaben zu den verwendeten Ausschlusskriterien. Davon waren 10 der Studien prospektive Studien (PS), 12 retrospektive Studien (RS), zwei longitudinale Studien (LS) und zwei Studien welche keinem Studiendesign (NZ) zugeordnet werden konnten. Die 15 (36,6 %) verbliebenen Studien [15-16, 18, 43, 65, 80, 99-100, 103, 107, 110-112, 114] gaben keine Ausschlusskriterien an, oder die Ausschlusskriterien waren nicht ersichtlich (14 RS und eine PS).

Die am häufigsten verwendeten Ausschlusskriterien waren systemische Erkrankungen, unkontrollierter Diabetes mellitus, Immundefizienz, unbehandelte Parodontitis, Radiatio im Kopfbereich kürzer als ein Jahr her, Bruxismus, Raucher mit einem Zigarettenkonsum von mehr als 10 Zigaretten pro Tag, Osteoporose, stattgehabte Bisphosphonattherapie i.v., Schwangerschaft und Patienten mit psychosomatischen Erkrankungen.

3.4 Patientenspezifische Merkmale

Die Anzahl der Patienten, welche kurze dentale Implantate erhielten, konnte in 17 (41,5 %) Studien [13, 15, 65, 80, 99, 101, 105, 109, 111-112, 114, 116, 119, 121, 123, 125, 130] ermittelt werden und betrug insgesamt 237. In den übrigen 24 (58,5 %) Studien war die Angabe der Patientenanzahl nicht auf die einzelnen Implantatlängen bezogen, sondern lediglich auf die Gesamtanzahl der in der Studie gesetzten Implantate, welche teilweise auch Implantatlängen über 10 mm mit einschloss. Somit konnte hier die Patientenanzahl nicht herausgefunden werden.

Auch Angaben zum Alter der Patienten konnte nicht in allen 41 Studien ermittelt werden, da insbesondere in den Studien in welchen sowohl kurze als auch lange Implantate berücksichtigt wurden, sich keine Angaben zum Alter der Patienten bezogen auf die einzelnen Implantatlängen fanden.

Lediglich in 13 (31,7 %) (1 prospektive, 11 retrospektive und 1 longitudinale Studie) der 41 Studien finden sich Angaben zum Geschlecht der Patienten. Es handelte sich dabei um 2048 Patienten, wovon 1392 der Patienten Frauen (68,0 %) und 656 der Patienten Männer (32,0 %) waren.

In zwei prospektiven Studien (4,9 %) wurden rauchende Patienten generell ausgeschlossen. In 17 Studien (41,5 %) hingegen (6 prospektive, 9 retrospektive, 1 longitudinale und eine dem Studiendesign nicht zuordenbare Studie) wurden Raucher nicht ausgeschlossen. In 22 Studien (53,6 %) (3 prospektive, 17 retrospektive, 1 longitudinale und eine dem Studiendesign nicht zuordenbare Studie) fanden sich keine Angaben, ob Raucher in die Studie ein- oder ausgeschlossen wurden.

3.5 Antibiose

In 9 Studien (1,9 %) [104-105, 109, 111, 116, 120-121, 124-125] (6 RS, 2 PS, eine NK) wurde eine Antibiose bei jeder Implantation verordnet und bis zu einer Dauer von max. 7 Tagen postoperativ verabreicht. Angaben zu den verwendeten Präparaten fanden sich lediglich bei 4 dieser Studien. So wurde den Patienten Amoxicillin oral 500 mg-1000 mg bis 10 Tage postoperativ, alternativ Clindamycin 150 mg-600 mg, ebenfalls 3-mal täglich, verordnet.

3.6 Prä-augmentative Maßnahmen

In der Auswertung konnte festgestellt werden, dass in nur 14,6 % (6/41) der Studien [13, 101, 113-115, 129] eine prä-implantologische/intraoperative Augmentation bei den Patienten ausgeschlossen wurde.

In 12 Studien (29,3 %) [37, 43, 80, 104-105, 111-112, 116, 120, 124, 128, 130] hingegen machten die Autoren eine Angabe darüber, dass partiell eine Augmentation erfolgt oder nicht auszuschließen war. Nur Nedir et al. [122] gaben konkret an, dass bei 1,7 % ihrer Patienten eine Augmentation erfolgte. Deporter et al. [123] gaben an, dass bei ihren Implantationen ein interner Sinuslift mit BioOss® erfolgt war. Die Studie konnte eine Erfolgsrate von 100 % aufweisen. In den restlichen 21 (51,2 %) der 41 Studien fanden sich keine Angaben dazu, ob augmentative Maßnahmen erfolgt waren.

3.7 Zeitpunkt der Implantation

Der Zeitpunkt der Implantation lässt sich drei verschiedenen Kategorien zuordnen.

Die Sofortimplantation erfolgt unmittelbar im Anschluss an eine vorangegangene Zahnextraktion, die Frühimplantation (verzögerte Sofortimplantation) erfolgt 6 bis 8 Wochen nach Zahnextraktion und die Spätimplantation findet 4 bis 6 Monate nach Zahnentfernung statt.

Zwei Autoren [119, 122] gaben in ihrer Studie an, mittels kurzer Implantate eine Sofortimplantation vorgenommen zu haben. In der Studie von Degidi et al. [119] wurden von insgesamt 133 gesetzten Implantaten 36 (27,1 %) Implantate mittels Sofortimplantation inseriert, die restlichen 97 Implantate konnten nicht direkt zur Kategorie Früh- oder Spätimplantation zugeordnet werden. Die Gesamtüberlebensrate lag bei 97,7 %.

Außerdem erwähnten nur noch zwei weitere Autoren [19, 122], dass in ihren Studien partiell Frühimplantationen vorgenommen wurden.

In 13 Studien [37, 101, 104, 106, 108, 113-115, 120-121, 123-124, 129] wurden die Angaben gemacht, ausschließlich Spätimplantationen vorgenommen zu haben. Die Autoren, der restlichen 24 Studien machten keine Angaben hinsichtlich des Implantationszeitpunktes.

3.8 Chirurgische Aspekte

Zu den chirurgischen Aspekten zählen Angaben zur Anzahl der Chirurgen, Knochenqualität, Angaben zu verwendetem Torque bei Implantation, Drehzahlangabe beim Inserieren und die Art der Einheilung. Zur Anzahl der Chirurgen wurden bei ca. der Hälfte der Studien keine Angaben gemacht. Die Anzahl der Chirurgen pro Studie variierte in den verbliebenen Studien zwischen einem Chirurgen bei Stellingsma et. al. (RS) [101], Griffin et. al. (RS) [105] und Arlin et al. (NZ) [129] und ≥ 10 Chirurgen in den einzelnen 8 Multicenter Studien (5 PS, 1 RS, 1 LS und 1 NZ) [19, 37, 65, 108, 110, 115, 120, 125]. Stellingsma et al. (RS) [101] hatte mit einem Chirurgen eine vergleichbar niedrige Überlebensrate von 88,2 %, während Griffin (RS) [105] et al. mit einem Chirurgen eine Erfolgsrate von 100 % erzielten. Jedoch muss hier erwähnt werden, dass Stellingsma et al. (RS) [101] 4 verschiedene Implantatsysteme in ihrer Studie verwendeten, unter anderem teilweise mit maschinieren Oberflächen. Griffin et al. (RS) [105] hingegen verwendeten nur ein Implantatsystem mit einer rauen Oberflächenbeschaffenheit.

Angaben zum Torque machten nur 8 Autoren (1 PS und 7 RS) [13, 16, 104, 109, 111, 116-117, 126], diese gaben intraoperative Werte von min. 32 Ncm bis maximal 60 Ncm an.

Als Ursache für den Verlust eines Implantates, welches im posterioren Unterkiefer gesetzt wurde, gaben Tawil et al. (RS) [13] Überhitzung des Knochens beim Einbringen des Implantates an. Der Torque beim Inserieren wurde hier mit 45 Ncm angegeben.

In drei Studien (1PS und 2 RS) [105, 107, 113] gaben die Autoren keine genaue Torqueangabe an, wiesen jedoch daraufhin, dass beim Einbringen der Torque kontrolliert war, dies gilt ebenfalls für die Drehzahlangabe beim Inserieren. Alle drei Autoren wiesen eine Überlebensrate von 100 % auf.

Bezüglich der Einheilung ergab die Auswertung der untersuchten Studien, dass 17,3 % (2905/16797) der Implantate mit einer Gesamtüberlebensrate von 95,2 % gedeckt einheilten. Transgingival heilten 4,7 % (785/16797) der Implantate mit einer Gesamtüberlebensrate von 96,0 % ein. Zum Einheilmodus der verbliebenen 13107 Implantate machten die Autoren keine Angaben.

Die Knochenqualität konnte in den meisten Studien nicht den einzeln inserierten Implantaten zugeordnet werden. Von den 819 ermittelten Implantatverlusten wurden nur bei 55 Implantaten Angaben zur Knochenqualität gemacht. Innerhalb dieser Angaben konnte festgestellt werden, dass die Knochenqualität zu 78,2 % bei Grad 2, Grad 2-3 oder Grad 3 also im normalen Bereich lag. Bei 10 dieser Verluste war die Knochenqualität mit Grad 4 angegeben, diese gingen alle innerhalb des ersten Jahres nach Implantation verloren. Nur ein einzelnes dieser Implantate war für 4 Monate definitiv prothetisch versorgt gewesen.

3.9 Zeitpunkt der Freilegung, definitiver prothetischer Versorgung, Erfolgskriterienauswahl

Nach dem von Adell et al. [131] vorgeschriebenen Freilegungszeitraum von im Unterkiefer vier Monaten und im Oberkiefer sechs Monaten richteten sich nur 1/5 (n=8) aller Autoren. Die meisten Autoren machten keine Angaben zum Freilegungszeitpunkt. Die prothetische Versorgung erfolgte bei fast allen Autoren zwei bis drei Wochen nach Freilegung. Eine Sofortbelastung führte lediglich Degidi et al. [119] bei 133 Implantaten durch, die Erfolgsrate lag in dieser retrospektiven Studie bei 97,7 %.

In der prospektiven Studie von Cochran et al. [126] erfolgte die prothetische Versorgung je nach Knochenqualität bereits zeitgleich mit der Implantatfreilegung zwischen dem 42 und 63 Tag post-implantationem. Ihre Erfolgsrate lag bei 97,1 %.

7 Studien [102, 104, 110, 117-118, 127, 130] (1 PS, 5 RS und eine LS) richteten sich bei der Wahl der Erfolgskriterien nach der Vorgabe von Albrektsson [40], hier lag das Mittel der Erfolgsraten bei 95,4 %. 2 Autoren [105, 122] (1 PS, 1 RS) folgten in der Wahl der Erfolgskriterien denen nach Buser [41] und hatten eine Gesamterfolgsrate von 99,8 %. Erfolgskriterien siehe Tabelle 1.1.

Die restlichen Studien hatten eigene Erfolgskriterienkataloge und 14 Studien (5 PS und 5 RS) machten keinerlei Angaben zu ihren Erfolgskriterien.

3.10 Studienzeitraum

Der kürzeste Nachuntersuchungszeitraum betrug 12 Monate, der längste Studienzeitraum betrug 180 Monate (15 Jahre).

Die Einschlusskriterien für die Bewertung der Überlebensrate sollten einen Beobachtungszeitraum von 12 Monaten nicht unterschreiten. Die Frühverluste wurden allerdings mit in die Auswertung einbezogen, da die Autoren diese in ihren Studien angaben auch wenn diese Verluste bereits kurz nach Implantatinsertion stattfanden.

Die Ermittlung der Untersuchungszeiträume war auch dadurch erschwert, dass in zahlreichen Studien lediglich die Angaben über den Beobachtungszeitraum gemacht wurden, konkrete Angaben über den mittleren Untersuchungszeitraum wurden hingegen nicht gemacht.

Der Beobachtungszeitraum innerhalb der Gruppe der 11 prospektiven Studien erstreckte sich über einen Zeitraum von maximal 120 Monaten (12 Jahre), der 26 retrospektiven Studien über maximal 180 Monate (15 Jahre), der zwei longitudinalen Studien über 12-168 Monate (14 Jahre) und der zwei Studien ohne Zuordnung zu einem Studiendesign über 12-84 Monate (1 bis 7 Jahre) (vgl. Abb. 3.3).

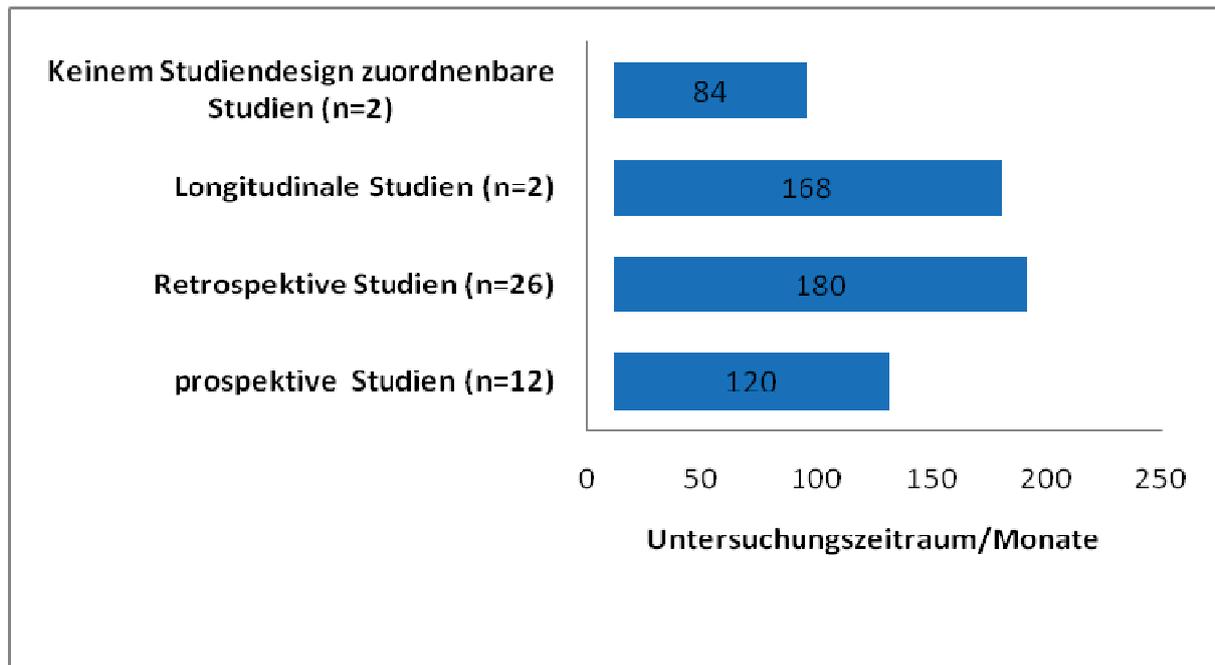


Abb. 3.3 Darstellung der Untersuchungszeiträume der Studien nach Studiendesign

3.11 Anzahl der erfassten Implantate

Insgesamt konnten 16797 gesetzte Implantate in den 41 erfassten Studien ermittelt werden. Von diesen wurden ca. 2/3 (76,2 %, 12.801/16767) der gesetzten Implantate in retrospektiven Studien, 15,3 % (2574/16797) der Implantate in prospektiven Studien und 993 (5,9 %, 993/16797) in Longitudinalstudien untersucht. Nur 2,6 % (429/16797) der gesetzten Implantate konnten keinem definierten Studiendesign zugeordnet werden.

Das Minimum an gesetzten kurzen Implantaten pro Studie lag bei 12 Implantaten in der retrospektiven Studie von Jemt et al. [100], das Maximum an gesetzten kurzen Implantaten innerhalb einer Studie lag bei einer Anzahl von 2172 und findet sich in der retrospektiven Studie von Fugazzotto et al. [130]. Im Durchschnitt wurden 409 (16797/41) Implantate pro Studie gesetzt.

In 24 (58,5 %) Studien untersuchten die Autoren sowohl kurze als auch lange Implantate, in 17 (41,5 %) Studien wurden durch die Autoren ausschließlich kurze Implantate (14 RS, 2 PS, 1 NZ und 1 LS) untersucht.

3.11.1 Gesetzte kurze Implantate und deren Überlebensraten

Die 26 retrospektiven Studien umfassten insgesamt 12801 Implantate mit einer durchschnittlichen Überlebensrate von 95,0 %. Die 11 prospektiven Studien schlossen 2574 Implantate ein und wiesen eine Überlebensrate von 96,1 % auf. Die beiden longitudinalen Studien erstreckten sich über einen Zeitraum von 12-84 bzw. 36-168 Monate und umfassten 993 Implantate, welche eine gemittelte Überlebensrate von 94,3 % aufwiesen. Studien welche keinem Studiendesign zugeordnet werden konnten, umfassten insgesamt 429 Implantate mit einer durchschnittlichen Überlebensrate von 97,7 % (vgl. Abbildung 3.4)

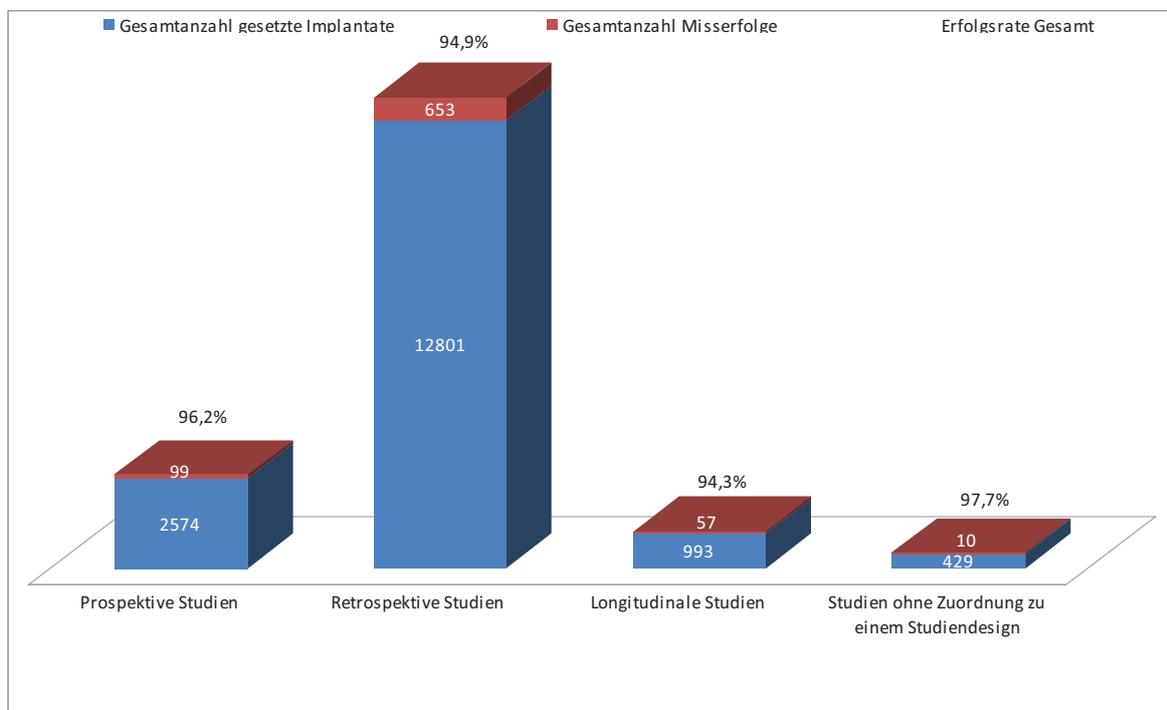


Abb. 3.4 Überlebensrate Gesetzte Implantate und Misserfolge pro Studiendesign

3.11.2 Implantatlänge

Die Längen der Implantate variierten von 5 mm, 6 mm, 6,5 mm, 7 mm, 7,5 mm, 8 mm, 8,5 mm, 9 mm, bis zu 10 mm. Insgesamt wurden nur zwei Implantate der Länge 5 mm in der prospektiven Studie von Deporter et al. gesetzt [123].

Die am häufigsten inserierten Implantate, zu welchen in den einzelnen Studien Längenangaben gemacht wurden, hatten eine Länge von 10 mm (n = 6497, 14 RS, 9 PS, 2 LS), darauf folgten in absteigender Reihenfolge Implantate der Längen 8 mm (n = 3817, 10 RS, 4 PS, 2 LS und 1 NZ), 7 mm (n = 2174, 20 RS und 8 PS), 8,5 mm (n = 1902, 8 RS und 3 PS), 9 mm (n = 1117, 4 RS und 3 PS), 6 mm (n = 627, 6 RS, 3 PS und 2 NZ), 7,5 mm (n = 300, 2 RS) und 6,5 mm (n = 37).

Von den evaluierten 16.797 Implantaten konnten 324 Implantate keiner bestimmten Länge zugeordnet werden, da hier von den Autoren der retrospektiven Studien von Degidi et al. und Lee et al. [119, 128] nur Angaben wie ≤ 10 oder $\leq 6,5$ mm gemacht wurden.

3.11.3 Implantatdurchmesser

Der kleinste verwendete Durchmesser der Implantate war 2,5 mm der größte verwendete Durchmesser 6,5 mm. Mit 39,0 % wurde der Durchmesser 3,75 mm ($n = 5032/12848$) am häufigsten verwendet. Die Abbildung 3.5 verdeutlicht die relative Häufung für alle aufgetretenen Durchmesser-Länge Kombinationen. Mit einer Anzahl von 5032 Implantaten wurde der Durchmesser 3,75 mm am häufigsten verwendet. Der Durchmesser 2,5 mm wurde hingegen nur einmal verwendet. In Abbildung 3.6 wird die Verteilung der Anzahl gesetzter Implantate pro Durchmesser detailliert dargestellt. Insgesamt konnten 3949 Implantate keinem Durchmesser zugeordnet werden.

**Implantat-Durchmesser
(mm)**

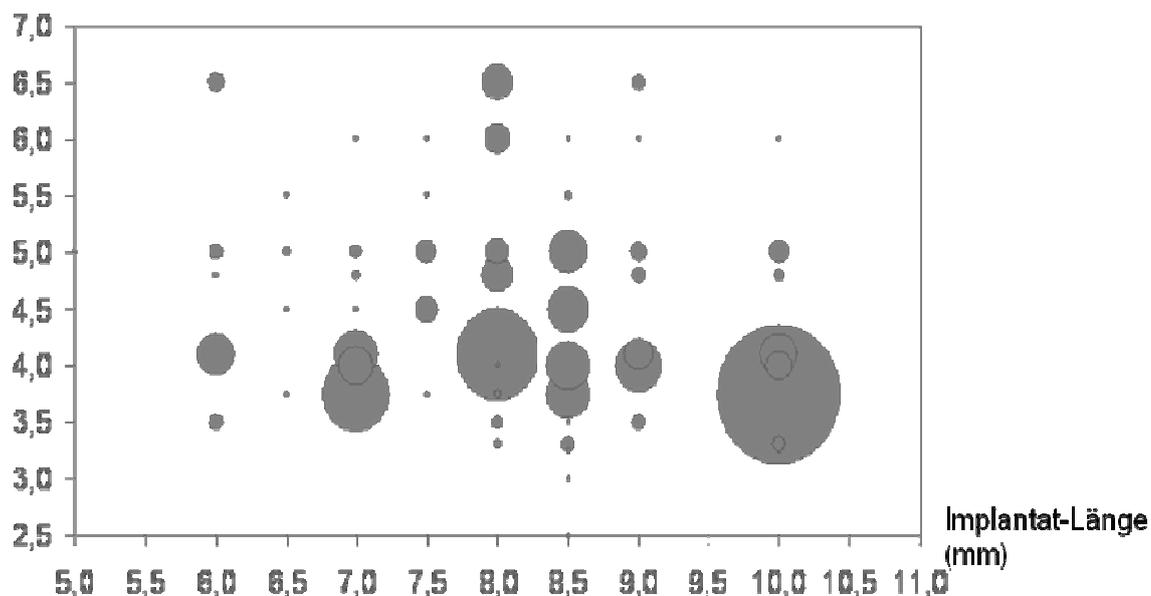


Abb. 3.5 Relative Häufung aller aufgetretenen Durchmesser-Länge Kombinationen

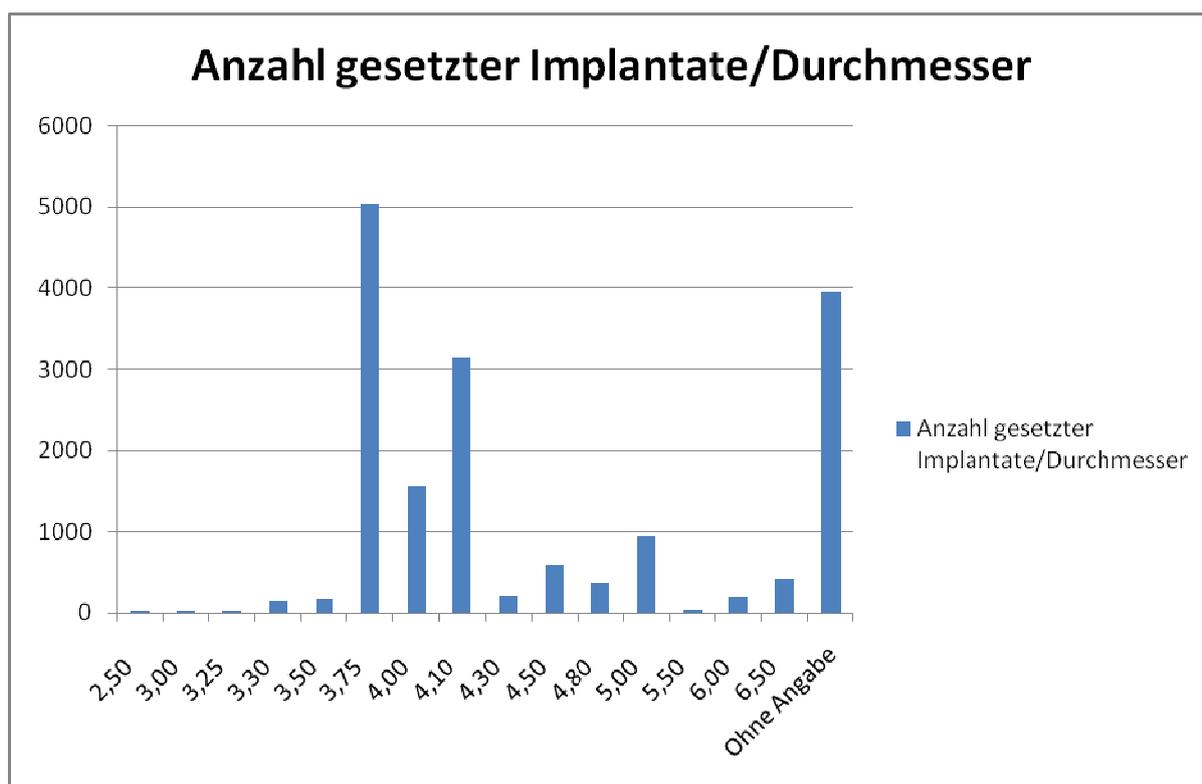


Abb. 3.6 Darstellung der Anzahl gesetzter Implantate pro Durchmesser

3.11.4 Implantatsysteme

In allen 41 untersuchten Studien wurden Implantate der Firma Nobel Biocare am häufigsten inseriert. Von 16797 untersuchten Implantaten stammten 38,3 % (6428/16797) von Brånemark® (16 RS und 4 PS), von diesen hatten 86,2 % (5667/16797) eine maschinerte Oberfläche. Insgesamt konnten 532 (8,3 %), Brånemark®-Implantatverluste ermittelt werden, davon hatten 89,0 % (473/16797) eine maschinerte Oberfläche.

Straumann® Implantate der Typen Straumann® Standard und Standard Plus, Mono typ, tapered und ITI® waren mit einer Anzahl von 33,4 % (5612/16797) am zweithäufigsten in den 41 Studien (3 RS, 3 PS, 2 NZ und 2 LS) vertreten, hiervon traten insgesamt 112 Implantatverluste auf, aus welchen eine Gesamterfolgsrate von 99,9 % resultiert. Die Oberflächenbeschaffenheit aller Straumann® Implantate war entweder geätzt oder Plasma beschichtet (SLA/TPS) also rau.

BTI® Implantate wurden in 2 retrospektiven Studien [109, 111], entsprechend 10,8 % (1819/16797) aller Implantate gesetzt. Bei diesem Implantatsystem lag die Gesamtüberlebensrate bei 99,9 % (Verluste n = 11), alle BTI® Implantate hatten eine mikrorauhe Oberfläche.

4,4 % (n = 745) aller untersuchten Implantate waren von BioHorizons®. Die Verluste wurden mit 10,7 % (8/819 Implantaten) verzeichnet. Alle Implantate der Marke BioHorizons® wurden in der retrospektiven Studie von Misch et al. gesetzt und waren gestrahlt oder hatten eine HA-Oberfläche [65].



Abb. 3.7 Röntgenbild: 9,5 mm Ankylos® Impl. (OK ohne augmentative Maßnahme)

In Tab. 3.3 werden alle in den Studien verwendeten Implantatsysteme, Hersteller, Produkt, deren Oberflächenstruktur und Markteinführung dargestellt.

Vertrieb	Hersteller	Produkt	Oberfläche	Markteinführung
Dentsply Friadent	Dentsply Friadent	Ankylos®	Wachstumsaktivierende Friadent Cellplus Oberfläche	1993
		IMZ®	Gestrahlt und geätzt TPS	1974
		FrialitPlus®	Gestrahlt und geätzt	1980
		Frialoc®	Gestrahlt und geätzt	1987
		Xive®	Wachstumsaktivierende Friadent Cellplus Oberfläche	2001
Lifecore Biomedical	Lifecore Biomedical	Restore RBM	Hybrid/RBM, gestrahlt	1999
Nobel Biocare	Nobel Biocare	Brånemark®	maschiniert	1986 (1965)
			TiUnite®	2005
		Nobel®	TiUnite®	2003/2004
		Replace®	TiUnite® oder HA-beschichtet	1997
		Steri-Oss®	TPS	1985
Straumann	Institut Straumann AG	Straumann® MonoType	SLA oder TPS	2001 (1978)
		Straumann® Standard und Standard Plus	SLA oder TPS	1988 und 1995
		Straumann® Tapered Effect	SLA oder TPS	2003
		Straumann®	maschiniert	
		ITI®	TPS	1974
		ITI Bonedit®	SLA	1998
Wieland Dental + Technik	BTI Biotechnology Institute	BTI Implantatsysteme	Mikrorau	2002
3i Implant Innovations	Osseotite®NT™	Osseotite®NT™	Osseotite (Dual Thermo säuregeätzt HCL/H2SO4, doppelt mit Salz - Schwefelsäure geätzt) mit maschinengedrehtem Kragen	1987
Bicon Dental Implants	Bicon Dental Implants	Bicon®	TPS oder HA gestrahlt	1985
BioHorizons®	BioHorizons®	BioHorizons external®	Gestrahlt oder HA Oberfläche	1997
		BioHorizons internal®	Gestrahlt oder HA Oberfläche	2004
Sybron Implant Solutions GmbH	Innova Oraltronics Sybron Dental Specialities	Endopore®	Gesinterte Oberfläche	1983

Tab. 3.3 Verwendete Implantatsysteme

3.12 Überlebensrate nach weiteren Kriterien

Die meisten Autoren, der 41 untersuchten Studien, kommen auf eine Gesamtüberlebensrate von über 90 %. Im Gegensatz dazu lag bei Jemt et al. (RS) [80] die Gesamtüberlebensrate bei 73,8 %, bei Winkler et al. (RS) [15] wurde sie mit 88,1 % angegeben und bei Snauwaert et al. (RS) [43] mit 89,3 %. In einer weiteren Studie von Jemt et al. (RS) [127] betrug die Gesamtüberlebensrate 88,4 %. Stellingsma et al. (RS) [101] berichteten von einer Gesamtüberlebensrate von 88,2 % (vgl. Abb. 3.8).

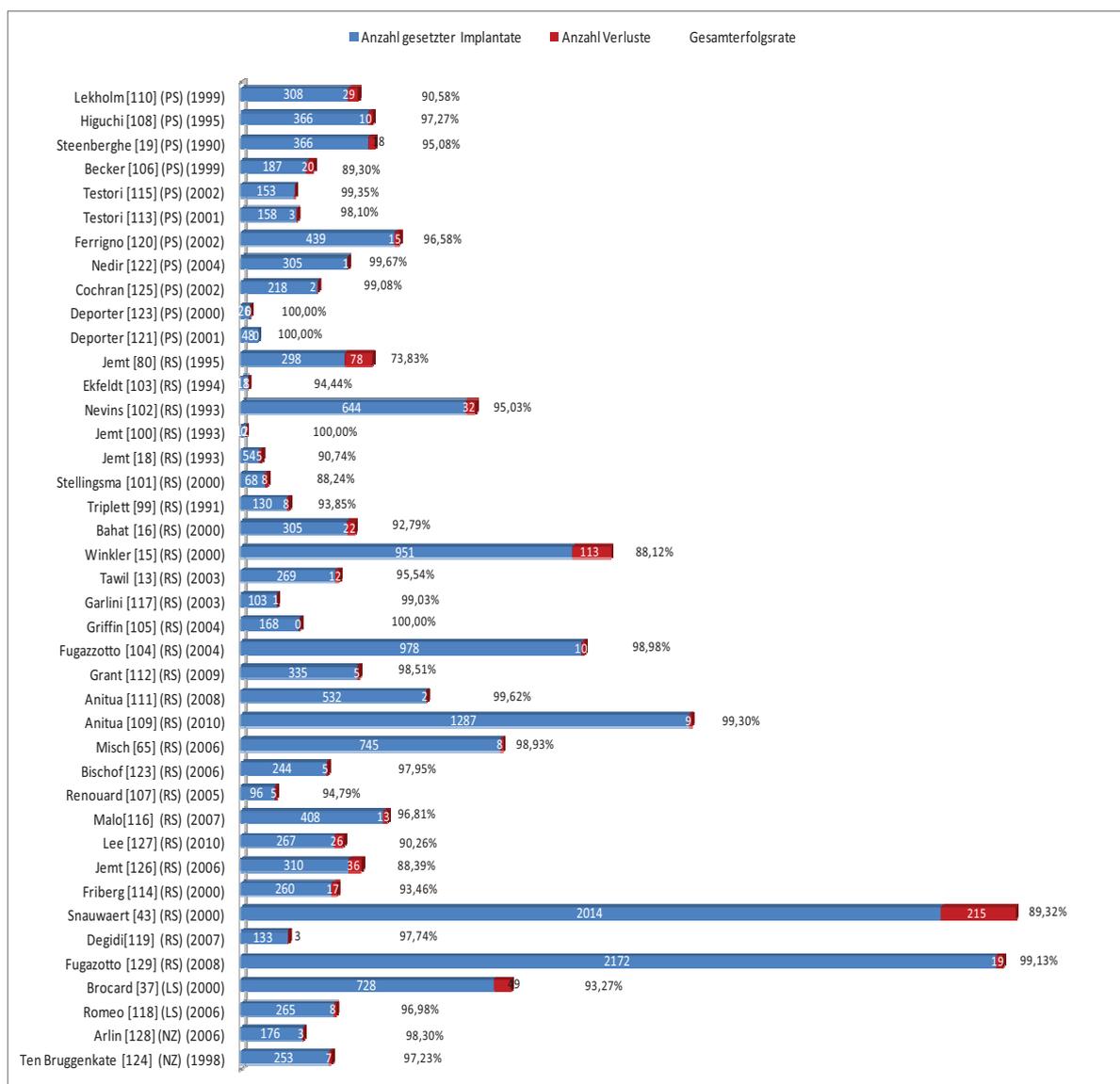


Abb. 3.8 Darstellung aller Studien bezugnehmend auf die Gesamtüberlebensrate

3.13 Verlustrate

3.13.1 Verlustrate/Gesamtanzahl gesetzter Implantate und deren Misserfolgsrate

Insgesamt wurden 16797 Implantate in den untersuchten klinischen Studien erfasst und evaluiert. Von diesen gingen 819 Implantate in 37 Studien (9 PS, 24 RS, 2 LS und 2 NZ) verloren, was somit einer Gesamtüberlebensrate von 95,1 % entspricht. In allen 41 Studien wurde die Verlustrate mit dem Explantieren des Implantates gleichgesetzt.

In 15 der Studien (36,6 %, 12 RS, 2 PS und 1 LS) lag die Gesamtüberlebensrate unterhalb der o.g. errechneten durchschnittlichen Überlebensrate aller Studien mit einem Wert von 95,1 % [15-16, 37, 43, 80, 99-101, 103, 106-107, 110, 114, 127-128].

3.13.2 Verlustrate nach Länge und Implantatoberfläche

Die Abbildung 3.9 stellt die Verlustrate geordnet nach Implantatlängen aller eingeschlossenen Studien dar. Dabei wurden nur die Implantatlängen (n= 15435) berücksichtigt, denen – soweit Verluste (n= 786) vorhanden –auch die jeweilige Implantatlänge zugeordnet werden konnte. Somit weicht die Anzahl der betrachteten Implantate pro Länge von der Grundgesamtheit ab.

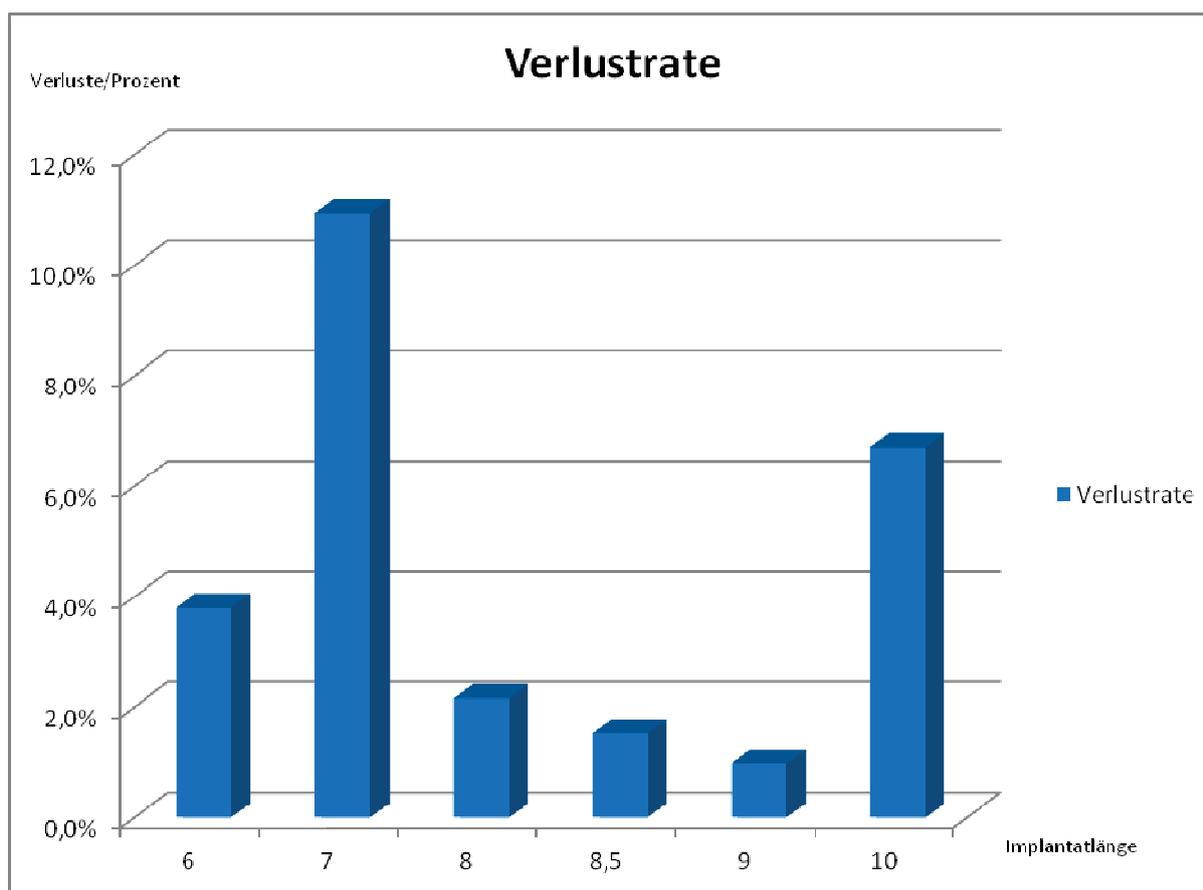


Abb. 3.9 Verlustrate in Abhängigkeit von der Länge.

Implantate der Länge 7 mm wiesen mit 10,9 % (232/2120) die höchste Verlustrate auf. Dieser hohe prozentuale Anteil wird maßgeblich durch die retrospektive Studie von Jemt et al. aus dem Jahre 1995 [80] verursacht. Hier wurden 298 maschinerte Brånemark®-Implantate inseriert, wovon 78 Implantate verloren gingen und somit eine Verlustrate von 26,2 % resultiert. Im Gegensatz dazu wiesen Implantate der Länge 9 mm die niedrigste Verlustrate mit 0,9 % (9/918) auf.

Implantate der Längen 6 mm wiesen eine Gesamtverlustrate von 3,8 % (23/605) auf, dieser Prozentanteil liegt im Durchschnitt der Gesamtverlustrate aller Studien, ausgenommen der retrospektiven Studien von Stellingsma et al. und Renouard et al., da hier die Verluste den einzelnen Längen nicht zugeordnet werden konnten [101, 107]. Die Implantate der Längen 8,5 mm (28/1839) und 8 mm (82/3804) zeigten ebenfalls Verlustraten von 1,7 % und 1,1 %, die unter dem Durchschnitt der Gesamtverlustrate lagen.

Implantate der Länge 10 mm wurden in der Summe aller Studien am häufigsten gesetzt und wiesen die zweithöchste Verlustrate in Höhe von 6,7 % (142/6149) auf.

Von 5605 gesetzten maschinieren Implantaten kam es zu 473 Implantatverlusten in 14 Studien (4 PS und 10 RS). Hieraus ergibt sich eine Verlustrate von 8,4 % (473/5605) für Implantate mit einer maschinieren Oberfläche (vgl. Abb. 3.10).

Im Gegensatz dazu resultiert bei 10241 gesetzten rauhen Implantaten eine Verlustrate von lediglich 2,3 % (n = 233) in 22 Studien (5 PS, 13 RS, 2 LS und 2 NZ). 951 Implantate in der retrospektiven Studie von Winkler et al. [15] und somit auch die 113 verloren gegangenen Implantate dieser Studie konnten keiner Oberfläche zugeordnet werden.

Generell fiel auf, dass mehr als die Hälfte (57,8 %, 473/819) aller verloren gegangenen Implantate eine maschinieren Oberfläche aufwies.

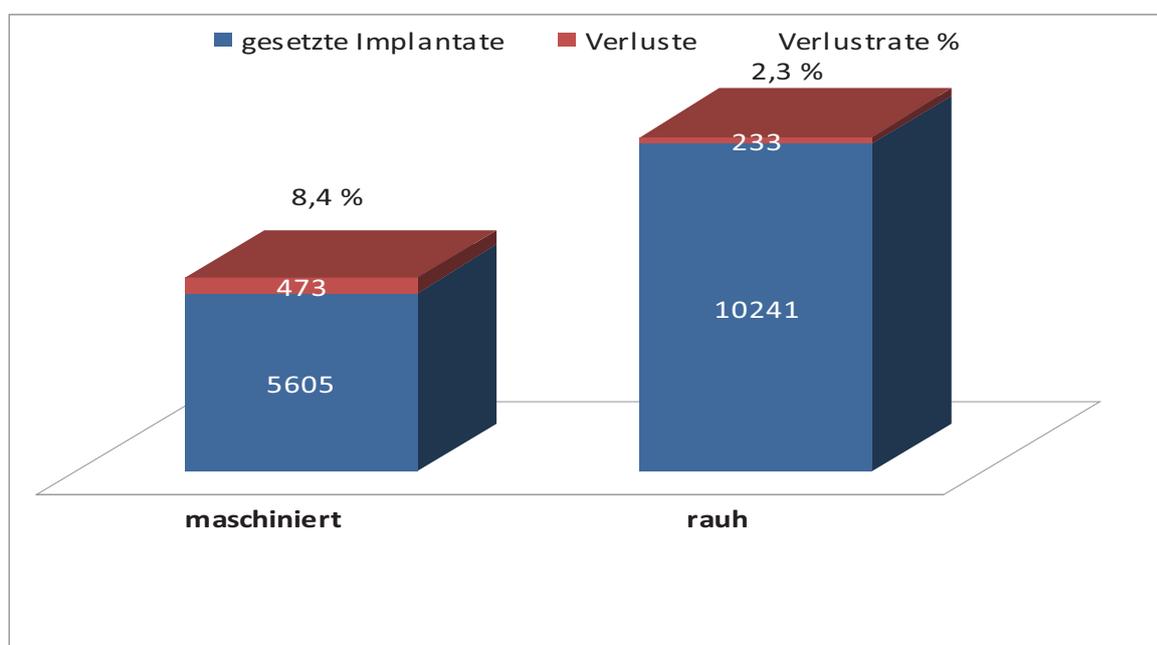


Abb. 3.10 Anzahl der gesetzten Implantate / Verluste nach Oberflächenbeschaffenheit

16,4 % (134/819) der verlorenen Implantate hatten eine TPS oder SLA Oberfläche.

Mikro rau waren 1,3 % (11/819) aller verloren gegangenen Implantate. Eine TiUnite® Oberfläche war in 12,1 % (99/819) aller Implantatverluste vertreten. Implantate mit HA-Oberflächen wiesen eine Verlustrate von 2,5 % auf.

Es konnten anhand der Studientabelle (vgl. Tabellen 4.1 und 4.2) und anhand der Verlusttabelle (vgl. Tabelle 4.3) folgende Verlustraten zu den jeweiligen Implantatlängen, bezogen auf die Oberflächenstrukturen ermittelt werden. Generell wiesen Implantate mit glatten/maschinieren Oberflächen höhere Verlustraten auf, als Implantate mit einer rauen Oberflächenbeschaffenheit. Bei den glatten/maschinieren Oberflächen wiesen Implantate der Länge 8 mm (vertreten in 16 der 41 untersuchten Studien, 3 PS, 10 RS, 2 LS und 1 NZ) eine Verlustrate von 12,01 % (7/58) auf, bei 7 mm lag die Verlustrate bei 11,5 % (200/1732) (vertreten in 28 Studien, 8 PS und 20 RS), bei 6 mm 11,3 % (7/62 aus 3 PS, 6 RS und 2 NZ). Die Implantate der Längen 10 mm und 8,5 mm zeigten vergleichbar geringere Verlustraten mit respektive 7,2 % (255/3547) und 8,2 % (17/208) in 28 Studien (9 PS, 17 RS und 2 LS).

Bei Implantaten mit einer Länge von 10 mm und einer rauen Oberflächenbeschaffenheit war die Verlustrate mit 3,6 % (73/2026 in 3 PS, 5 RS und 2 LS) am höchsten. Gefolgt von den Längen 7 mm mit einer etwas geringeren Verlustrate von 3,2 % (40/541 in 1 PS und 5 RS), 6 mm mit 2,8 % (16/565 in 1 PS, 3 RS und 2 NZ), 8 mm mit 1,6 % (57/3532 in 2 PS, 3 RS und 2 LS) und 8,5 mm mit einer vergleichbar geringen Verlustrate von 0,8 % (11/1417 in 1 PS und 2 RS) (vgl. Abb. 3.11). Die retrospektiven Studien der Autoren Malo et al. [116] und Winkler et al. [15] wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt, da hier zu den einzelnen Längen keine Angabe zur Implantatoberfläche gemacht wurde.

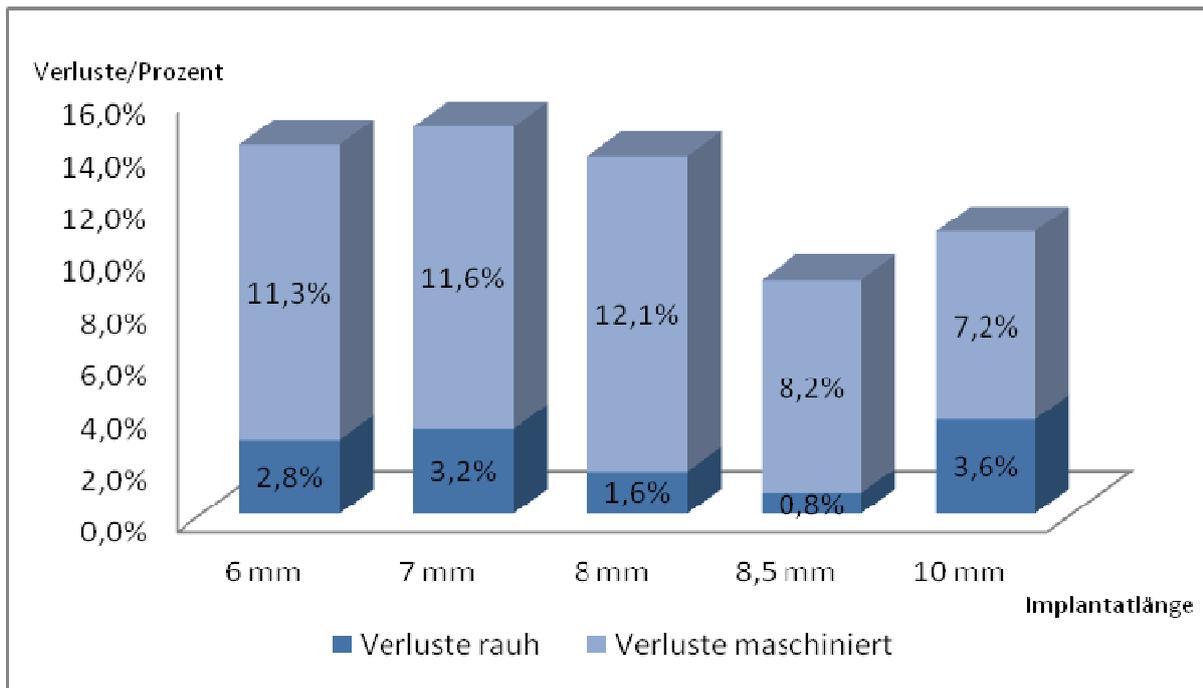


Abb. 3.11 Verlustrate verschiedener Oberflächen in Abhängigkeit von der Implantatlänge

3.13.3 Verlustrate nach Lokalisation/Durchmesser

Im Unterkiefer wurden insgesamt 5960 Implantate, im Oberkiefer 5028 Implantate gesetzt, 5809 Implantate konnten keinem Kiefer zugeordnet werden.

In Abbildung 3.12 ist die Verlustrate für jede Implantat-Länge und Implantat-Durchmesser Kombination in Abhängigkeit ihrer Lokalisation dargestellt. Es konnte für 11 Länge-Durchmesser-Kombination keine Lokalisation festgestellt werden. Diese sind in der Abbildung 3.12 schraffiert dargestellt.

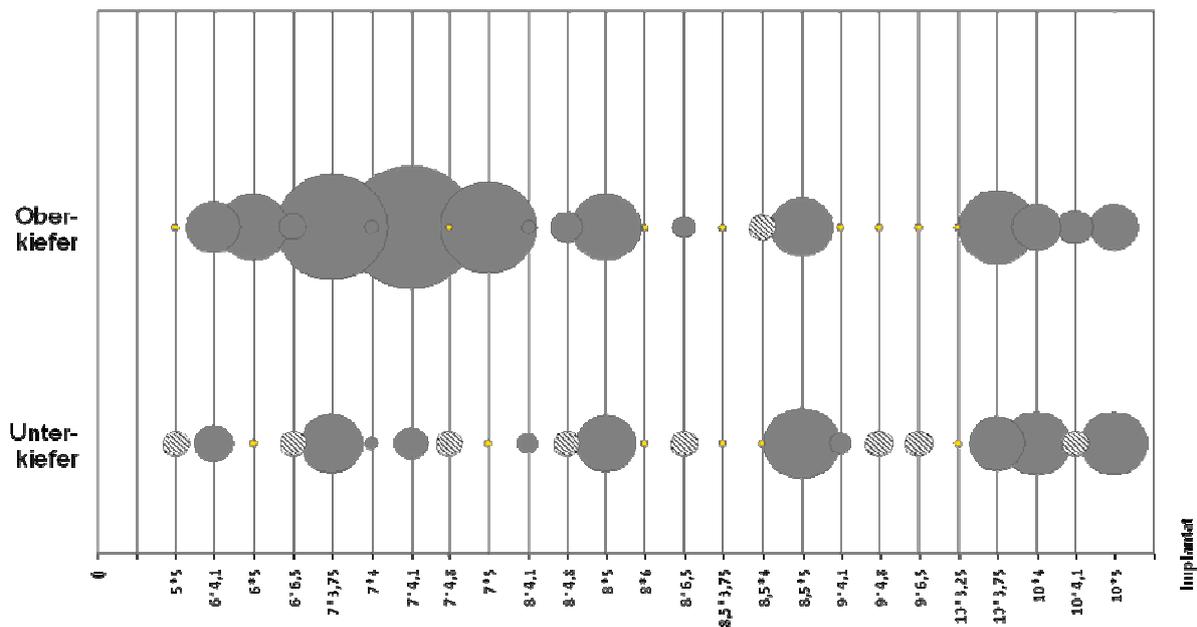


Abb. 3.12 Verlustrate nach Lokalisation je Längen-Durchmesser-Kombinationen

Insgesamt gingen im Oberkiefer 256 Implantate (11 RS, 2 PS und 1 NZ) und im Unterkiefer 123 Implantate (10 RS und 5 PS) verloren, wobei die Häufigkeit der Verluste im Oberkiefer doppelt so hoch war wie im Unterkiefer. 440 aller 819 evaluierten Implantatverluste (3 RS, 2 PS, 2 LS und 1 NZ) konnte keinem Kiefer zugeordnet werden.

Bei den folgenden Längen-Durchmesser-Kombinationen traten im Oberkiefer keine Verluste auf (n=2) 5*5, (n=26) 7*4,8, (n=11) 8,5*3,75; (n=1) 8,5*5; (n=123) 9*4,1; (n=67) 9*4,8; (n=62) 9*6,5. Selbiges galt im Unterkiefer für folgende Kombinationen (n=491) 6*5 (n=31); 7*5 (n=3); 8*4,8 (n=327); 8*6 (n=6); 8,5*3,75 (n=34); 8,5*4 (n=16) und 10*3,3 (n=1). Dies entspricht jeweils einer Erfolgsrate von 100 % und ist in der Abbildung 3.12 gelb markiert.

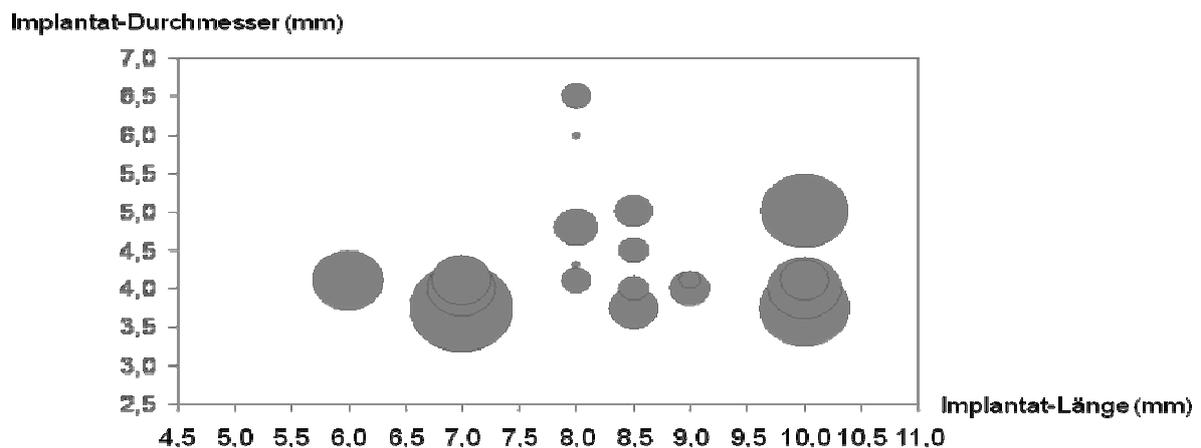


Abb. 3.13 Verlustrate (Kreisdurchmesser) ausgewählter Durchmesser und Längen

Im Oberkiefer traten bei 7*4,1 mit einer Verlustrate von 23,7 % (78/337 in 2 PS und 3 RS) die häufigsten Verluste auf. Bei der Längen-Durchmesser-Kombination 7*3,75 war die Verlustrate mit 17,2 % (29/169 in 2 PS und 6 RS) am zweithöchsten und bei 7*5 lag sie bei 16,7 % (4/24 in 3 PS und 3 RS). Somit wiesen Implantate der Länge 7 mm die höchsten Verlustraten mit 20,9 % (111/530 in 4 PS und 7 RS) im Oberkiefer auf (vgl. Abb. 3.13). Die Abbildung 3.14 verdeutlicht dies unter Berücksichtigung von Implantat-Länge zur Lokalisation. Implantate der Länge 10 mm gingen mit einer Verlustrate von 6,4 % (49/767) im Oberkiefer am zweithäufigsten verloren. Im Unterkiefer hingegen gingen sowohl 8 mm mit 5,4 % (3/55) als auch 10 mm mit einer Verlustrate von 4,3 % (46/1060) am häufigsten verloren.

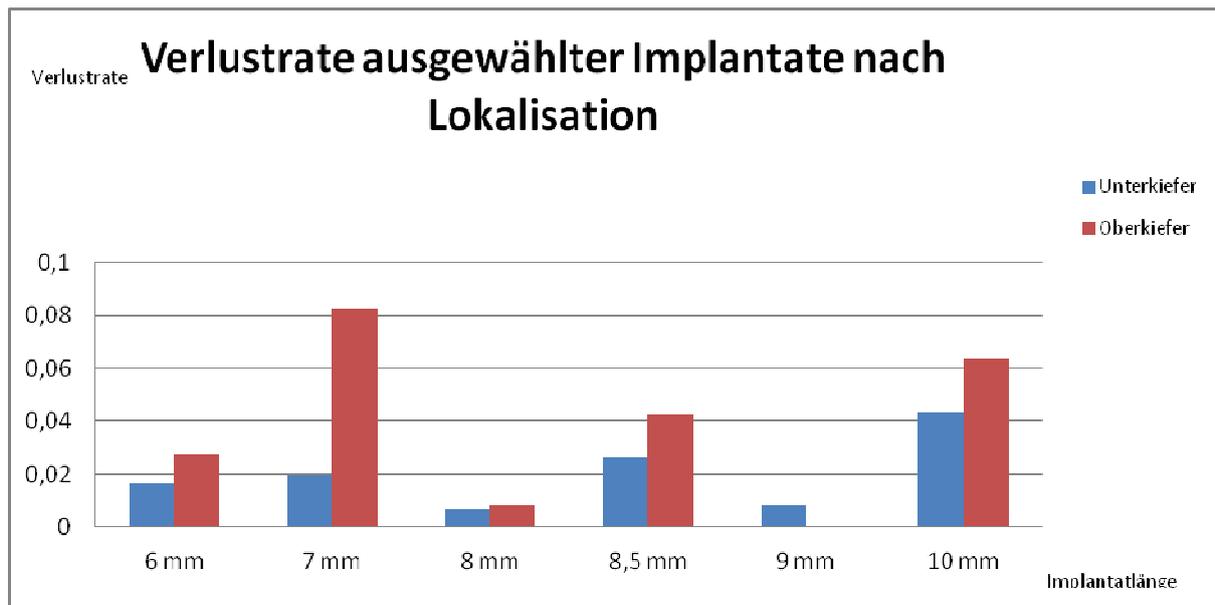


Abb. 3.14 Verlustrate ausgewählter Implantatlängen nach Lokalisation.

Die häufigsten Verluste traten bei einem Durchmesser von 3,7 mm mit einer Anzahl von 359 (43,8 % in 3 PS und 12 RS) bei insgesamt 819 Verlusten auf. Die zweithöchste Verlustrate ergab sich bei einem Durchmesser von 4,1 mm mit 109 Verlusten (13,3 % bei 3 RS, 1 LS und 1 NZ), wobei hier alleine 78 Verluste der retrospektiven Studie von Jemt et al. entstammen [80]. Es folgten die Durchmesser 4,0 mit 28 (3,4 %) Verlusten und 5,0 mit 20 (2,4 %) Verlusten (vgl. Abbildung 3.15).

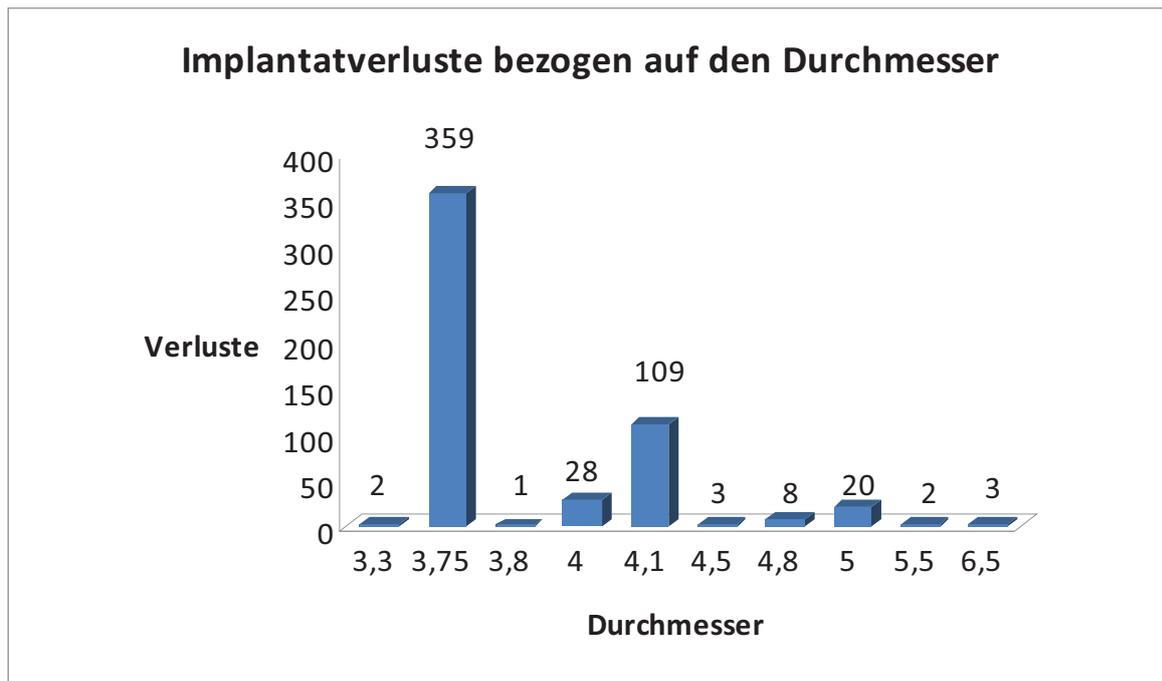


Abb. 3.15 Implantatverluste bezogen auf den Implantatdurchmesser

3.13.4 Zeitpunkt des Implantatverlustes

Der Zeitpunkt des Verlustes konnte bei 40,3 % der Implantatverluste (332/819) in 25 Studien (16 RS, 5 PS, 2 LS und 2 NZ) identifiziert werden. 11,74 % (39/819) der gesetzten Implantate gingen innerhalb der ersten 6 Monate nach Implantation verloren. Bei 26,5 % (88/819) der Implantate trat der Verlust innerhalb von 12 Monaten auf, wobei bereits 21,6 % (19/819) dieser Implantate prothetisch versorgt waren. 16,9 % (56/819) der Implantatverluste traten innerhalb von 24 Monaten nach Implantation ein. Innerhalb von 36 Monaten gingen 18,1 % der (61/819) Implantate verloren. Innerhalb von 48 Monaten konnten 13,7 % (46/819) Implantatverluste festgestellt werden. Innerhalb von 96 Monaten konnten 12,6 % verlorengegangene Implantate (42/819) ermittelt werden (vgl. Abb. 3.16).

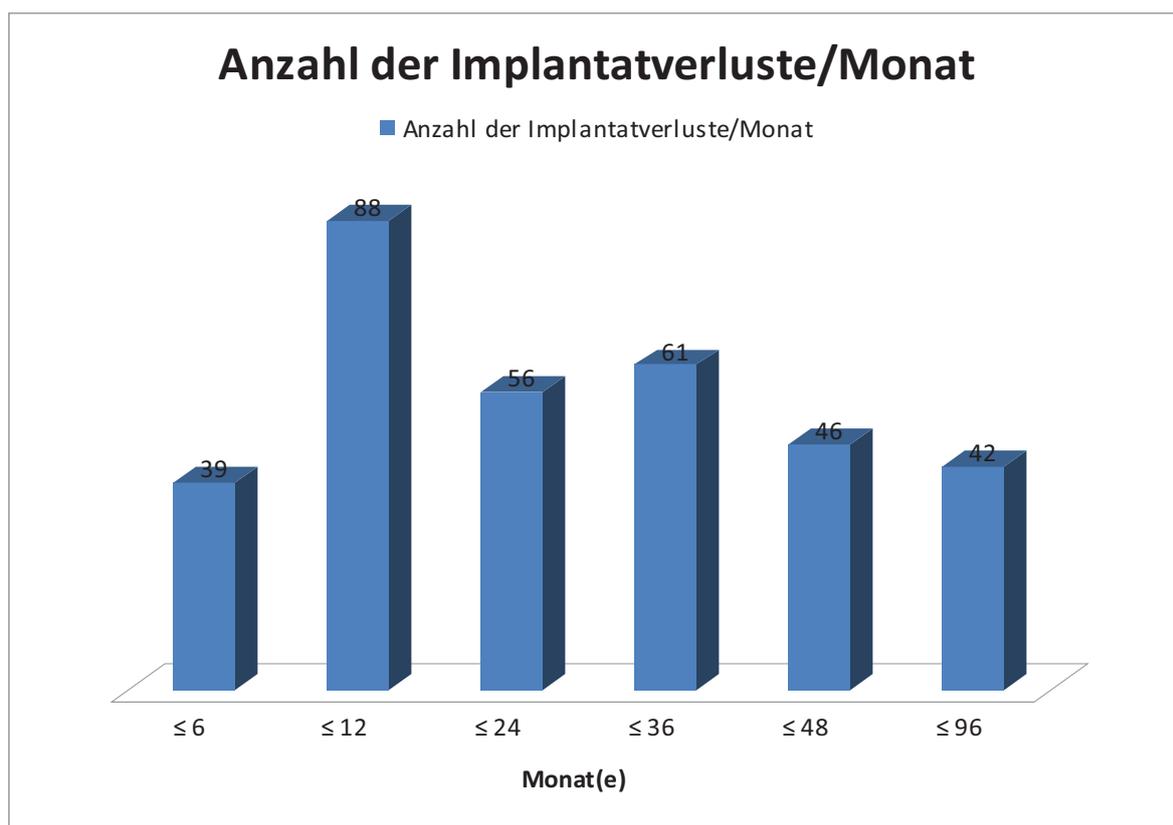


Abb. 3.16 Anzahl und Verluste der Implantate bezogen auf den Monat des Verlustes

3.13.5 Genderspezifische Implantatverluste

Es konnte ermittelt werden, dass in allen eingeschlossenen Studien 1392 der Patienten Frauen und 656 der Patienten Männer waren. Aus diesen Angaben lassen sich jedoch keine Ergebnisse hinsichtlich der genderspezifischen Verlustrate der kurzen Implantate ermitteln, da konkrete Angaben hierzu in den meisten Studien fehlten.

Zum Geschlecht wurde zwar in den meisten Studien Angaben gemacht, jedoch konnten die Einzelverluste nur in 7 Studien (2 PS, 3 RS und 2 NZ) dem Geschlecht spezifisch zugeordnet werden [109, 111, 115, 122, 124-125, 129].

Aus diesen Angaben lassen sich jedoch keine Ergebnisse hinsichtlich der genderspezifischen Verlustrate der kurzen Implantate ermitteln, da der Großteil der Autoren die Verlustrate auf alle in der Studie untersuchten Implantate bezogen und keine Angaben hinsichtlich der einzelnen Implantatlängen machten.

Lediglich Anitua et al. [109] machten in ihrer retrospektiven Studie Angaben zur Geschlechterverteilung hinsichtlich der gesetzten Implantate am Patienten sowie zur Verteilung der Geschlechter bei den jeweiligen Verlusten. Es konnte ermittelt werden, dass von 9 Verlusten bei 661 implantierten Patienten

(der prozentuale Anteil an Frauen lag bei 72,3 % und 27,7 % bei den Männern), 8 Verluste bei Frauen vorkamen und nur ein Verlust beim männlichen Geschlecht.

3.13.6 Spezielle Angaben zu Verlusten

In 18 Studien (4 PS, 12 RS und 2 NZ) fanden sich zu 97 (11,8 %) der 819 verlorengegangenen Implantate zusätzliche Informationen bezüglich des Implantatverlustes.

Bei 12 der 97 Implantate (12,4 %) wurde Sofortbelastung als Grund für den Verlust angegeben. 7 dieser 12 Implantate gingen innerhalb der ersten 6 Monate verloren, 3 innerhalb des ersten Jahres, zu zwei weiteren gab es keine Angabe über den Zeitpunkt des Verlustes. Neun (75,0 %) der zwölf Implantate hatten eine maschinierete Oberfläche (Brånemark®), 7 (58,3 %) waren im Oberkiefer posterior inseriert.

5 der 97 Implantate gingen aufgrund von Implantatfrakturen verloren, zwei dieser Implantate bei dem gleichen Patienten [13, 16, 99]. Alle 5 hatten einen Durchmesser von 3,75 mm und lagen in posterioren Regionen.

Ein Verlust entstand durch eine Fraktur des Unterkiefers [99].

Bei 37 (38,1 %) Implantaten wurde als Verlust fehlende Primärstabilität und/oder vorhandene Mobilität angegeben, davon lagen 29 (78,4 %) in posterioren Regionen und 23 (62,2 %) im Unterkiefer.

5 Implantate hatten eine schlechte Knochenqualität als Verlustursache, alle mit einer Länge von 8,5 mm und einer mikrorauen Oberfläche.

Eine Infektion war als Verlustursache bei 6 Implantaten angegeben.

Als weitere Gründe, welche zu vereinzelt Implantatverlusten führten, wurden falsche Implantatposition, Bruxismus, Überbelastung, Augmentation, Osteoporose, exzessiver Torque und Überhitzung beim Einbringen, angegeben. Tabelle 3.4 zeigt eine Gesamtübersicht über die in den Studien angegebenen Gründe für den Implantatverlust.

Spezielle Gründe/Angaben zu den Implantatverlusten	Anzahl der Verluste
Implantatfraktur [13, 16]	5
Unterkieferfraktur [99, 113, 122, 124, 130]	1
Keine Primärstabilität/Mobilität bei Freilegung [99, 113, 122, 124, 130]	37
Schlechte Knochenqualität [132]	5
Infektion [125]	6
Falsche Implantatposition [118]	1
Bruxismus [112]	3 in einem Patienten
Überbelastung [111, 124]	1
Augmentation [112]	4
Osteoporose [13]	3 in einem Patienten
Exzessiver Torque [109]	1
Überhitzung beim Einbringen [13]	2 in einem Patienten

Tab. 3.4 Spezielle Gründe für den Implantatverlust

4. Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Literaturrecherche war, es Faktoren herauszufinden, welche den Implantaterfolg kurzer dentaler Implantate (≤ 10 mm) beeinflussen. Zudem sollten die Angaben in den einzelnen Studien zur Überlebensrate der kurzen Implantate analysiert werden.

Generell wird in der Medizin häufig die 5-Jahres- oder 10-Jahres-Überlebensrate angegeben, um den langfristigen Erfolg einer Therapie zu beschreiben. Die Überlebensrate kommt aus der Epidemiologie und gibt die Wahrscheinlichkeit an (meist in %), einen definierten Beobachtungszeitraum ab der Diagnosestellung zu überleben. Die Überlebensrate kann am besten anhand von Kohortenstudien ermittelt werden. Graphisch wird sie häufig in Form einer Kaplan-Meier-Kurve dargestellt [133].

Die Überlebensrate eines dentalen Implantates beschreibt lediglich das einfache Überleben des Implantates im Kiefer und beinhaltet keine Aussage über die Hart- und Weichgewebssituation oder ob das Implantat funktionell genutzt wird oder wurde. Im Gegensatz hierzu steht die Erfolgsrate eines dentalen Implantates, für deren Beurteilung das Implantat vorher festgelegte Erfolgskriterien erfüllen muss (vgl. Tabelle 1.1)

Die Ergebnisse dieser Literaturrecherche zeigen, dass die Autoren häufig keine eindeutige Unterscheidung zwischen der Erfolgsrate und der Überlebensrate vornehmen. So wird in den meisten ausgewerteten Studien die Erfolgsrate der dentalen Implantate angegeben, obwohl eigentlich die Überlebensrate gemeint ist. In der Mehrzahl der untersuchten Studien wird die kumulative Überlebensrate berechnet, welche das fallbezogene Langzeitergebnis bei sämtlichen inserierten Implantaten wiedergibt [42]. Da diese statistische Größe in den einzelnen Studien jedoch nicht nach einheitlichen Kriterien angewendet wird, eignet sich die kumulative Überlebensrate nicht als Vergleichswert zwischen den einzelnen Studien.

Die Berechnung der Überlebensrate erfolgte über den gesamten Studienzeitraum, anhand der Anzahl aller in der Literaturrecherche ermittelten Implantate und deren Verluste. Die Überlebensrate kurzer dentaler Implantate nach 1-15 Jahren beträgt soweit nach Auswertung der vorhandenen Literatur 95,1 %.

Somit weicht die Überlebensrate kurzer Implantate nur geringfügig von der Überlebensrate langer Implantate ab, welche in der Studie von Blanes et al. über einen Zeitraum von 10 Jahren mit 97,9 % angegeben wird und in der Studie von Ferrignio et al. von 2002 mit 95,9 % über einen Beobachtungszeitraum von 8 Jahren [120, 134].

Publikationsbias:

Bei der Durchführung einer Literaturrecherche besteht grundsätzlich die Gefahr, eine statistische Verzerrung zugunsten von Studien mit „positiven“ bzw. signifikanten Ergebnissen wiederzugeben, da lediglich veröffentlichte Studienergebnisse berücksichtigt werden können. Im Allgemeinen werden Studien eher dann publiziert, wenn sie ein positives Ergebnis im Sinne der Fragestellung liefern, als wenn negative Ergebnisse erzielt werden. Somit kann das Nicht-Einbeziehen von nicht veröffentlichten Studien zu falsch interpretierten Ergebnissen führen. Ebenso kann die Berücksichtigung von gefälschten Studien zu einer falschen Interpretation der Ergebnisse führen [135]. Diese Verzerrung wird als Publikationsbias bezeichnet [136]. Auch Literatur, welche in einer Fremdsprache publiziert wurde, kann durch Übersetzungsfehler zu einer Fehlinterpretation von Ergebnissen führen. Ein weiterer Aspekt hinsichtlich einer unter Umständen unzureichenden Literaturrecherche ist der, dass die Literatur, die in einer Fremdsprache publiziert wird, die nicht verstanden wird, in der Regel auch nicht berücksichtigt wird. Somit können gegebenenfalls wichtige Ergebnisse in einer Literaturrecherche fehlen.

Weitere Faktoren, welche die Auswertung von Studienergebnissen erschweren, sind die meist inhomogenen Angaben und Daten aus den verschiedenen Publikationen. Während in manchen Studien zu den relevanten Studienparametern vollständige Angaben gemacht werden, wie z. B. bei Anitua et al. [111, 132], finden sich in anderen Studien wiederum nur sehr spärliche oder gar keine Angaben [129].

Da in den verschiedenen Datenbanken oftmals nicht alle relevanten Studien vorhanden sind, ist es zudem möglich, dass nicht alle relevanten Studien auffindig gemacht werden, wenn die Literatursuche nur auf wenige Datenbanken beschränkt wird.

Generell ist davon auszugehen, dass jede Literaturrecherche einem Publikationsbias unterliegt. In der vorliegenden Literaturrecherche konnte in lediglich 8 [14-22] der 41 ausgewerteten Studien eine geringere Überlebensrate der kurzen Implantate verglichen mit den langen Implantaten festgestellt werden. Somit kann unter Berücksichtigung der oben gemachten Angaben auch hier ein Publikationsbias nicht ausgeschlossen werden, da die Tendenz besteht, eher positive oder als positiv erachtete Ergebnisse, im Gegensatz zu negativen Ergebnissen, zu publizieren [137].

Ergebnisse unter Berücksichtigung des Studiendesigns:

In der vorliegenden Arbeit wurden aus 642, mittels der Suchbegriffe gefundenen Artikeln, 41 Studien ermittelt, welche die Ein- bzw. Ausschlusskriterien erfüllten. Einige der Studien befassten sich zwar nicht ausschließlich mit dem Thema kurze dentale Implantate, beinhalteten jedoch Untersuchungsergebnisse zu diesem Thema, welche dann gefiltert, evaluiert und in die Auswertung mit einbezogen wurden.

Es zeigte sich, dass von den 41 evaluierten Untersuchungen 26 retrospektive Studie (RS), 11 prospektive Studien (PS), 2 longitudinale Studien (LS) waren. Bei zwei der untersuchten Studien konnte das Studiendesign nicht bestimmt werden (NZ), da es im Studienprotokoll keine detaillierten Angaben dazu gab.

In 17 (2 PS, 13 RS, 1 LS und 1 NZ) Studien konnten Angaben bezüglich der Patientenanzahl ermittelt werden, da hier die Studien ausschließlich kurze Implantate untersuchten und somit alle Implantate evaluiert werden konnten. In anderen Studien wurden sowohl kurze als auch lange Implantate untersucht und keine detaillierten Angaben zu der Patientenanzahl bezogen auf die einzelnen Implantatlängen gemacht. Somit konnte hier die Anzahl der Patienten, die kurze Implantate erhalten hatten, nicht eindeutig festgestellt werden.

Die retrospektive Auswertung von klinischen Untersuchungsdaten wird insgesamt deutlich häufiger vorgenommen als die Ausführung prospektiver Studien. Der Aufwand für retrospektive Analysen ist nämlich weitaus geringer, als die Konzeption und Durchführung prospektiver klinischer Studien.

Obwohl mittels retrospektiver Datenanalysen große Mengen an Daten ausgewertet werden können, sind diese den Daten prospektiver Studien, die meist deutlich weniger Daten umfassen, unterlegen. Im Gegensatz zu retrospektiven Studien, bei denen häufig ein Mangel an Basisdaten, inhomogene Vergleichsgruppen und unzureichende Datenmengen für die statistische Auswertung vorliegen, werden die Ergebnisse prospektiver Studien durch vorher detailliert festgelegte Studienprotokolle und Festlegung der zu untersuchenden Parameter gewonnen. Damit wird ein deutlich höheres Maß an Vergleichbarkeit der Daten und eine deutlich höhere Studienqualität erzielt [138].

Da in der vorliegenden Arbeit, aufgrund der ausgeprägten Heterogenität der Studienergebnisse, ein direkter Vergleich der Überlebensrate der einzelnen Studien nicht vorgenommen werden konnte, wurde die Gesamtüberlebensrate bezogen auf die unterschiedlichen Studiendesigns berechnet. Die prospektiven Studien weisen somit eine Überlebensrate von 96,2 % (99/2574) über einen Untersuchungszeitraum von 1-10 Jahren auf, wohingegen die Überlebensrate der retrospektiven Studien 94,9 % (653/12801) in 1-15 Jahren beträgt. Die Überlebensrate der longitudinalen Studie beträgt 95,1 %, die der Studien mit nicht zuordenbarem Studiendesign 97,8 %. Verglichen mit Langzeitstudien des gleichen Studiendesigns erreichten Lambrecht et al. in ihrer retrospektiven Studie Überlebensraten von 95,0 % [139], Malo et al. in ihrer longitudinalen Studie 98,1 % [140]. Alle ermittelten Ergebnisse lassen sich mit den Implantaterfolgen langer Implantate vergleichen, welche zwischen 95,0 % und 100 % liegen [37, 134, 141-143]. Die Ergebnisse der meisten großangelegten Langzeitstudien unter Verwendung eines Implantatsystems über einen Zeitraum > 7 Jahre mit einer Anzahl gesetzter Implantate von > 1000 erzielt [37, 141-142, 144].

Generell ist der Vergleich von verschiedenen Ergebnissen unterschiedlicher implantologischer Studien schwierig. Häufig weisen die Studien andere Voraussetzungen, andere Patientkollektive, andere Ein- und Ausschlusskriterien, andere Implantatsysteme auf und verwenden zudem andere prothetische Versorgungen. Die Vergleichbarkeit der Studiendaten könnte wesentlich verbessert werden, wenn alle Autoren einheitliche Kriterien anwenden und eine gemeinsame Datenbank für ihre Studien nutzen würden.

Ein Beispiel für eine solche Datenbank ist die der Firma impDAT®. Nach Angaben des Herstellers ist impDAT® ein Dokumentationsprogramm für Implantologen, Prothetiker und Parodontologen, das zur Erfassung, Verwaltung und statistischer Auswertung von dentalen Daten dient. Es wurde aus der Praxis heraus für den Einsatz in der zahnärztlichen Praxis entwickelt. Es steht eine erweiterte Klinikversion für die besonderen Bedürfnisse von Kliniken und Großpraxen zur Verfügung. impDAT® ist systemübergreifend einsetzbar und unterstützt alle Implantatsysteme.

Durch die Verwendung einer gemeinsamen Datenbank lassen sich viele Daten generieren, mit welchen die Autoren einheitliche Studien verfassen könnten. Zudem könnte damit auch die Evidenz der Studien um ein Vielfaches gesteigert werden.

Ein- und Ausschlusskriterien:

Ausschlaggebend unter anderem für den Erfolg oder Misserfolg dentaler Implantate sind neben lokalen Faktoren auch systemische Erkrankungen. So konnte gezeigt werden, dass insbesondere Diabetes mellitus, weniger als 1 Jahr zurückliegende Bestrahlung der Kiefer, unbehandelte Parodontitis und andere Erkrankungen einen negativen Einfluss auf die Erfolgsrate dentaler Implantate haben [145-148]. Brocard et al. [37] konnten in ihrer Studie eine höhere Erfolgsrate bei gesunden Patienten als bei Patienten mit eingeschränktem Allgemeinzustand oder parodontaler Vorbelastung feststellen.

Obwohl definierte Ausschlusskriterien einen wichtigen Teil zur Aussagekraft der Studienergebnisse beitragen, finden sich in lediglich 63,4 % (26/41) der analysierten Studien Angaben zu den aufgestellten Ein- und Ausschlusskriterien. Von diesen waren 10 prospektive, 12 retrospektive Studien, zwei Longitudinalstudien und zwei ohne zuordenbares Studiendesign. Interessant ist, dass in lediglich 90 % (10/11) der prospektiven Studien Angaben zu den definierten Ausschlusskriterien zu finden sind, während in der Studie von Lekholm et al. [110] überhaupt keine Angaben dazu gemacht wurden, obwohl dies für ein sorgfältig geplantes Studiendesign zu erwarten wäre. Hier zeigt sich deutlich, wie uneinheitlich und teilweise auch unzureichend die Angaben zum Studienaufbau in den ausgewerteten Studien sind.

Nikotinabusus:

Nikotinabusus stellt generell einen Risikoparameter für die erfolgreiche Insertion dentaler Implantate dar [149-153]. Es gibt in der Literatur zahlreiche Studien welche belegen, dass sich das Risiko eines Implantatverlustes mit der Anzahl der gerauchten Zigaretten pro Tag erhöht [150].

In den zwei retrospektiven Studien von Garlini et al. [117], Fugazotto et al. [130] und den 2 prospektiven Studien von Testori et al. [115] und Cochran et. al. [126] schlossen die Autoren Raucher, die mehr als 10 Zigaretten pro Tag rauchten, aus. Die Überlebensraten lagen in diesen Studien zwischen 98,6 % und 99,4 %.

Andere Autoren hingegen schlossen Raucher mit einem Zigarettenkonsum von mehr als 15 Zigaretten (PS) [120] oder mehr als 20 Zigaretten (RS) [119] pro Tag aus, hier lagen die Überlebensraten im Mittel bei 97,1 %. Testori et al. [113] gaben in ihrer prospektiven Studie an, dass die Patienten im Mittel 10,7 Zigaretten am Tag rauchten. Bei der ebenfalls prospektiven Studie von Nedir et al. [122] waren 20,1 % der Patienten Raucher (Überlebensrate 99,7 %), bei Anitua et al. (RS, Überlebensrate 99,3 %) [111] waren 20,9 % der Patienten Raucher. Manche Autoren (4 RS und 1 LS) schlossen Raucher ein [37, 105, 111-112, 124, 127] mit Überlebensraten im Mittel von 96,2 %, andere schlossen Raucher generell aus ihren prospektiven Studien (Überlebensrate 100 %) aus [121, 123].

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Überlebensrate von 100 % nur in den Studien erzielt wurde, in denen Raucher vollständig ausgeschlossen waren. Obwohl die Unterschiede der Implantatüberlebensraten bei rauchenden und nichtrauchenden Patienten insgesamt inhomogen ausfielen, zeigt sich eine Tendenz hinsichtlich besserer Ergebnisse bei den Studien, die keine Raucher einschlossen. Somit kann durch die vorliegenden Daten die Annahme betätigt werden, dass Rauchen einen negativen Einfluss auf die Überlebensrate dentaler Implantate hat. Da jedoch in nur 5 der Studien (4 RS und 1 PS) [109, 111-112, 122, 124] zu den jeweiligen Einzelverlusten Angaben dazu gemacht wurden, ob der Patient Raucher war oder nicht, ist die Aussagekraft der vorliegenden Studien deutlich eingeschränkt. Lediglich in der retrospektiven Studie von Grant et. al. [112] wurde bei 3 der angegebenen Implantatverluste speziell der Grund „starker Raucher“ als Ursache für den Verlust angegeben.

Anitua et al. zeigten in ihrer Studie, dass, obwohl rauchende Patienten nicht ausgeschlossen waren, eine Überlebensrate von 99,6 % erzielt werden konnte [111]. Bain et al. teilten in einer Studie die Implantatverluste nach Rauchern und Nichtrauchern auf. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass Raucher eine signifikant höhere Verlustrate aufwiesen als Nichtraucher [154].

Somit zeigt sich, dass Nikotinabusus einen Grund für den Verlust eines Implantates darstellen kann, obwohl sich die tatsächliche Kausalität in den meisten Studien nicht spezifisch nachweisen lässt.

Gabe von Antibiose:

Die erforderliche Gabe einer Antibiose vor dentaler Implantation ist in der Literatur bis heute nicht ausreichend geklärt. Während Al-Nawas et al. [155] in ihrer Metaanalyse und Laskin et al. [156] in ihrer Studie zeigen konnten, dass die präoperative Gabe einer geeigneten Antibiose einen positiven Einfluss auf die Überlebensrate dentaler Implantate besitzt, sprechen andere Autoren nur eine Empfehlung dafür aus, da sich in ihren Studien zwar eine Tendenz, aber keine Signifikanz bezüglich einer verbesserten Überlebensrate nachweisen lies [157-159]. Die Autoren Zelenitsky et al. fanden in ihrer Studie heraus, dass nur die präoperative Gabe von Antibiotika von Bedeutung ist [160]. Erfolgt die Antibiotikagabe erst nach der Implantatinsertion, so hat diese einen deutlich geringeren Effekt [161-162].

Die Ergebnisse dieser Literaturrecherche zeigen, dass in weniger als 25 % der Studien (9/41) bei jeder Implantation eine Antibiose gegeben wurde und diese einen Tag prä – und bis zu 7 Tage postoperativ verabreicht wurde. Der Mittelwert der Überlebensrate dieser 9 Studien beträgt 98,7 % bei 1610 gesetzten Implantaten. In den restlichen 32 Studien fanden sich keinerlei Angaben zur Gabe von Antibiotika. Die Überlebensrate dieser Studien lag im Mittel bei 94,5 % bei 15187 gesetzten Implantaten. Die schlechtere Überlebensrate der Studien, welche keine Angaben zur Gabe von einer prä- und/oder postoperativen Antibiose machten, kann daraus resultieren, dass neuere Studien bestätigen, dass ein ausreichender antibiotischer Gewebespiegel vor der Implantation einen positiven Einfluss auf die Frühverlustrate dentaler Implantate hat [160, 163]. Die postoperative Gabe von Antibiotika hat hingegen nur einen geringen Einfluss auf das Risiko einer Infektion nach Implantation [164].

Obwohl nur eine geringe Anzahl der Studien die Verwendung einer Antibiose beschreibt, deuten die vorliegenden Ergebnisse daraufhin, dass die Antibiotikagabe einen positiven Effekt auf die Überlebensrate der kurzen Implantate besitzt.

Der Einsatz einer Antibiose vor Implantation sollte jedoch nicht ausschließlich routinemäßig erfolgen, sondern anhand der patientenspezifischen klinischen Parameter abgewogen werden.

Untersuchungen zu prä-augmentativen Maßnahmen:

Ein erheblicher Grund für die Zunahme an Implantatpatienten in den letzten Jahren ist mit Sicherheit der Fortschritt auf dem Gebiet der Augmentationstechniken. Das Ziel jeder Augmentation ist es, ein in Quantität und Qualität ausreichendes Knochenlager für die Implantatinsertion zu schaffen. Zur Augmentation stehen dem Behandler verschiedene Knochenersatzmaterialien unterschiedlicher Herkunft zur Verfügung. Trotz der in vielen Studien erfolgreich angewendeten Augmentationstechniken ist jeder zusätzliche operative Eingriff immer mit einer Zunahme an Risiken und Komplikationen verbunden. Ein wesentlicher Vorteil der kurzen Implantate ist, dass sie auch bei geringer Restknochenhöhe des Alveolarkammes angewendet werden können und somit ein weiterer augmentativer Eingriff verhindert werden kann [165]. Becktor et al. konnten in Ihrer Studie feststellen, dass die Implantatverlustrate in natürlichem Knochenlager höher ist als die Implantatverlustrate von Implantaten in augmentierten Knochenlager [71]. Einige Autoren [166-168] konnten einen signifikant höheren Implantatverlust in augmentierten Knochenbereichen feststellen, während andere Autoren wiederum keinen Zusammenhang zwischen Implantatverlust und Augmentation herausfinden konnten [5, 169-171]. Interessant unter diesem Aspekt ist, dass von den 41 evaluierten Studien lediglich in 21 der Studien Angaben darüber gemacht wurden, dass keine Augmentation erfolgt ist. In 20 der Studien wurde partiell augmentiert bzw. eine Augmentation nicht ausgeschlossen. Eine Begründung hierfür könnte sein, dass innerhalb der 41 Studien auch solche Studien berücksichtigt wurden, welche sowohl lange als auch kurze Implantate untersuchten und dabei keine Differenzierung erfolgte, bei welcher Implantatlänge augmentiert wurde.

Einflussnehmende Faktoren auf die Überlebens- bzw. Erfolgsrate kurzer Implantate

Viele Variablen können einen Einfluss auf die Überlebensrate dentaler Implantate haben [172]. Einer der Gründe für einen frühzeitigen Implantatverlust kann im Zeitpunkt der Implantation liegen [173]. Nemcovsky et al. verglichen die Überlebensrate dentaler Implantate bei Sofortimplantation, Früh- und Spätimplantation. Sie ermittelten eine signifikant höhere Überlebensrate für die Spätimplantation [173]. Ribeiro et al. konnten hingegen keinen signifikanten Unterschied in der Implantatüberlebensrate bei Frühimplantationen im Vergleich zu Spätimplantationen feststellen [174]. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass lediglich in ca. einem Drittel der Studien (13/41) einheitlich implantiert (Spätimplantation) wurde. In den anderen Studien wurden häufig keine konkreten Angaben zum Implantationszeitpunkt gemacht.

Esposito et al. konnten in ihrer Zusammenfassung aus 3 Studien, welche sich mit Sofort-, Früh-, und Spätbelastung auseinandersetzten, zeigen, dass die Verlustrate bei sofortbelasteten Implantaten sieben Mal höher war als die Verlustrate bei Spätbelastung [175]. Nur die Autoren Degidi et al. [119] und Nedir et al. [122] gaben in ihren Studien an, partiell Sofort- und Frühimplantationen durchgeführt zu haben. In der retrospektiven Studie von Degidi et al. [119] konnte gezeigt werden dass 133 kurze Implantate, welche sofort belastet wurden eine Überlebensrate von 97,7 % aufwiesen. Mehrere Studien [119, 176-178] zeigten jedoch, dass die Sofortbelastung dann erfolgreich funktionierte, wenn intraoperativ eine ausreichend hohe Primärstabilität erzielt werden konnte.

In den meisten der untersuchten Studien wurde die gedeckte Einheilung der transgingivalen Einheilung vorgezogen und somit die Belastung als Spätbelastung durchgeführt. Hier zeigt sich deutlich die Schwierigkeit einen aussagekräftigen Vergleich verschiedener implantologischer Studien durchzuführen, da eben Implantation nicht gleich Implantation ist. Auf einen ähnlichen Aspekt weisen Morand et al. hin, sie beklagten die Inhomogenität der publizierten implantologischen Daten [9].

Im Allgemeinen ist die Knochenqualität im Unterkiefer besser als im Oberkiefer, somit ist anzunehmen, dass die hohe Überlebensrate für Sofortbelastungen daraus resultieren, dass in fast allen Studien [179-180] die Implantate in Regionen des Unterkiefers gesetzt wurden.

Hieraus lässt sich weiterhin schlussfolgern, dass die Knochenqualität ein weiterer Faktor ist, welcher den Erfolg der Implantation beeinflussen kann. Bekanntermaßen führt nämlich eine schlechte Knochenqualität häufig zu höheren Verlustraten [181]. Jaffin et al. konnten in ihrer Studie mit einem Nachuntersuchungszeitraum von 5 Jahren zeigen, dass 35 % aller Implantatverluste in Typ IV Knochen auftraten [181].

Nur zwei Autoren gaben in dieser Literaturrecherche eine schlechte Knochenqualität ausdrücklich als Grund für den Verlust einzelner Implantate an [109, 111].

Das Risiko eines Implantatverlustes in Abhängigkeit von der Kieferregion wurde in der Literatur bereits hinreichend diskutiert [71]. In zahlreichen Studien, auch bei langen Implantaten, trat der Implantatverlust häufiger im Oberkiefer als im Unterkiefer auf [182-184]. Dies deckt sich mit den Ergebnissen dieser Recherche, in welcher fast doppelt so viele Implantatverluste im Oberkiefer als im Unterkiefer auftraten. Die erhöhte Verlustrate im Oberkiefer kann auf die unterschiedliche Knochenqualität in beiden Kiefern zurückzuführen sein. Der im Unterkiefer generell höhere Anteil an Kompakta kann sich auf eine verbesserte Primärstabilität des inserierten Implantats auswirken und somit die Widerstandsfähigkeit gegenüber hohen mechanischen Belastungen verbessern. Fugazotto et al. [185] und Davarpanah et al. [186] konnten jedoch keinen Unterschied hinsichtlich der Verlustrate bezogen auf die Ober- oder Unterkieferregion feststellen. In Übereinstimmung mit der Literatur wurden in der vorliegenden Literaturrecherche eine höhere Überlebensrate in den Regionen des Unterkiefers festgestellt.

Viele Autoren konnten in ihren Studien belegen, dass patientenspezifische Faktoren einen Einfluss auf die Erfolgsrate dentaler Implantate haben können [187-189]. In der Studie von Snauwaert et al. nahm der Faktor Alter oder Geschlecht des Patienten keinen Einfluss auf die Verlustrate dentaler Implantate [43]. Montes et al. stellten hingegen eine höhere Implantatverlustrate bei Männern im Gegensatz zu Frauen fest [189]. Noguerol et al. hatten in ihrer Studie mehr Verluste bei Patienten zwischen 41 und 60 Jahren, als bei Patienten über 60 Jahren [190]. Auch Sverzut et al. konnten belegen, dass die Wahrscheinlichkeit des Implantatverlustes mit jedem Lebensjahr um 1,075 steigt. Bezogen auf das Geschlecht des Patienten stellten sie ebenso fest, dass für Männer ein 1,225-fach höheres Risiko für einen Implantatverlust besteht als für Frauen [191].

Der Zusammenhang zwischen Implantatverlusten und patientenspezifischen Faktoren lies sich in der vorliegenden Literaturrecherche nicht detailliert aufzeigen, da die allerwenigsten Studien spezifische Angaben zu den einzelnen Implantatverlusten machten. Zudem wurden in vielen Studien sowie lange als auch kurze Implantate untersucht, jedoch keine detaillierten Angaben bezogen auf die unterschiedlichen Längen gemacht. Somit konnte nicht herausgefunden werden, bei welchem Geschlecht welche Länge oder wie viele Implantate gesetzt wurden. Es fanden sich überwiegend nur allgemeine Angaben bezogen auf die Gesamtheit der behandelten Patienten und eben nicht speziell bezogen auf den Implantatverlust.

Die Verwendung breiter Implantatdurchmesser ermöglicht aus biomechanischer Sicht einen erhöhten Implantat-Knochen-Kontakt um somit eine verbesserte Verteilung von Belastungsspitzen im umgebenen Knochenlager [10]. Auch Bahat et al. beschrieben die erfolgreiche Anwendung von Implantaten mit breiteren Durchmessern (\varnothing 5 mm) mit einer Überlebensrate von 97,7 % nach 1 bis 3 Jahren. Ebenso erreichten Griffin et al. eine 100 % Erfolgsrate kurzer dentaler Implantate mit einem Durchmesser von 5 mm nach 68 Monaten [105]. Winkler et al. stellten fest, dass Implantate mit einem Durchmesser größer 3 mm signifikant niedrigere Überlebensraten aufwiesen als Implantate mit einem Durchmesser größer 4 mm [15]. Im Gegensatz hierzu wiesen Ivanoff et al. für Implantate mit breiteren Durchmesser als der Standarddurchmesser eine schlechtere Erfolgsrate auf [21]. In dieser Literaturrecherche konnte die höchste Verlustrate für Implantate mit einem erhöhten Durchmesser von 3,75 mm ermittelt werden, gefolgt vom Durchmesser 4,1 mm mit der zweithöchsten Verlustrate. Ein Grund für die schlechtere Prognose bei Zunahme des Implantatdurchmessers könnte die daraus resultierende geringere Wandstärke des Knochens in oro-vestibulärer Richtung sein und die damit verbundene Erhöhung der Komplikationsrate. Ebenso kann die schlechte Knochenqualität ein Faktor für die geringere Erfolgsrate sein, in welcher versucht wurde mittels größeren Durchmessers eine höhere Primärstabilität zu erreichen. English et al. [192] stellten in ihrer Studie fest, dass bei der Implantation mit einem Durchmesser \geq 5 mm eine erhöhte Hitzeentwicklung entstehen kann und diese nachhaltig zu einer Schädigung des periimplantären Knochens und somit zum Verlust der Implantate führen kann. Unter Berücksichtigung der Literaturangaben und der ermittelten Ergebnisse hat sich der Standarddurchmesser dentaler Implantate von 3,5 mm bewährt.

Überlebensrate der kurzen Implantate:

Die in der Literatur gefundenen Angaben zur Erfolgsrate enossaler Implantate sind aufgrund von unterschiedlichen Beurteilungskriterien nur bedingt miteinander vergleichbar. Manche der Autoren ziehen zur Beurteilung des Implantaterfolges lediglich das statistische Standardverfahren nach Kaplan und Meier heran, während andere wiederum spezielle Erfolgskriterien zur Bewertung des Implantaterfolges verwenden. Buch et al. konnten in ihrer Studie zeigen, dass bei der Auswertung eines Kollektivs mittels unterschiedlich aufgestellter Erfolgskriterien Schwankungen von 75-89 % bei einer kumulativen Überlebensrate von 95 % auftreten können [45].

In den zahlreichen Studien mit Branemark®-Implantaten konnten in den Jahren 1988-2000 Überlebensraten zwischen 92,8 % und 100 % ermittelt werden [110, 142, 193-197]. Aufgrund der teilweise hohen Anzahl an Implantaten und den langen Untersuchungszeiträumen werden diese Studien häufig als Maßgabe für die Überlebensrate enossaler Implantate herangezogen. In der heutigen Zeit nehmen die Implantaterfolge stetig zu und die Implantate weisen Überlebensraten von im Mittel 95,0 % auf [37, 141, 198-201].

Der Studienzeitraum der in der vorliegenden Recherche untersuchten Studien erstreckte sich bei den prospektiven Studien über einen Zeitraum von bis zu 12 Jahren und bei den retrospektiven Studien über einen Zeitraum von bis zu 15 Jahren. In den beiden longitudinalen und den Studien, welche keinem Studiendesign zugeordnet werden konnten, wurden die Implantate erst nach einem Jahr post-implantationem untersucht. Somit wurden die Implantate, welche als sog. Frühverluste gelten, nicht in diese Studien mit eingeschlossen, was zu Verzerrungen führen kann, da unter Umständen nicht das tatsächliche Ergebnis wiedergegeben bzw. die eigentliche Überlebensrate dargestellt wird.

Autoren wie Buser et al. stellten in ihrer Studie höhere Überlebensraten für längere Implantate im Vergleich zu kurzen Implantaten fest. Auch zahlreiche andere Autoren kommen zu dieser Schlussfolgerung [80, 100, 108, 202]. In den Studien von Schliephake et al. [203] und van Steenberghe et al. [19] wurde speziell die kurze Länge der Implantate als negative Einflussgröße auf die Überlebensrate ermittelt. Auch die Autoren Scurria et al. und Wyatt et al. konnten in ihren Studien geringere Verlustraten bei längeren Implantaten ermitteln [46, 204].

In der Literaturübersicht von Kotsovilis et al. [47] konnte kein signifikanter Unterschied in der Überlebensrate zwischen kurzen (≤ 8 mm oder < 10 mm) und langen (≥ 10 mm) Implantaten mit rauer Oberfläche in zahnlosen oder partiell bezahnten Kiefern festgestellt werden. Ebenso konnte in vielen klinischen Studien [107, 109, 129], systematischen Reviews [8, 105, 130] und biomechanischen Studien [132] nachgewiesen werden, dass die Vorhersagbarkeit kurzer Implantatlängen mit denen normaler Implantatlängen vergleichbar ist.

Innerhalb der 41 evaluierten Studien konnte ermittelt werden, dass Implantate der Länge 7 mm die höchste Verlustrate von 10,9 % (232/2120) aufwiesen. Auch in der Literaturrecherche von das Neves et al. konnte die höchste Verlustrate für Implantate der Länge 7 mm festgestellt werden [8]. Implantate der Länge 10 mm wurden innerhalb der Studien am häufigsten gesetzt, wiesen allerdings nur die zweithöchste Verlustrate von 6,7 % auf. Von den insgesamt 2120 gesetzten Implantaten der Länge 7 mm, hatten mehr als die Hälfte ($n=1.460$) eine maschinerte Oberfläche. Dies könnte eine Erklärung für die erhöhten Verlustraten der 7 mm Implantate sein. In ihrer Studie kommen die Autoren Beschnidt et al. auf Erfolgs- bzw. Überlebensraten von 88,0 % - 93,0 % [205]. Sie untersuchten in ihrer Studie kurze und lange Implantate in einem Beobachtungszeitraum von 3 Jahren und kamen zu dem Schluss, dass langen Implantaten der Vorzug zu geben ist. Allerdings wiesen die untersuchten Implantate ausschließlich maschinerte Oberflächen auf. Diesbezüglich kamen Zechner et al. in ihrer retrospektiven Studie, in welcher sie den periimplantären Knochenabbau zwischen maschinerten/glatten und rauen Implantaten verglichen, zu dem Ergebnis, dass der periimplantäre Knochenabbau im Zeitraum von 3-7 Jahren bei den rauen Implantaten signifikant geringer war [206]. Auch Trisi et al. konnten in ihrer Studie zeigen, dass der Knochen-Implantat-Kontakt bereits 2 Monate nach Implantation bei rauen Implantaten signifikant höher war als bei Implantaten mit glatter Oberfläche [207].

Von den insgesamt 16797 Implantaten wiesen 33,4 % ($n=5.605$) der Implantate eine maschinerte Oberfläche und 59,5 % ($n=10.002$) eine raue Oberfläche auf. In den untersuchten Studien wiesen alle maschinerten Implantate eine deutlich geringere Überlebensrate von 91,6 % auf, verglichen mit einer Überlebensrate von 97,7 % der Implantate mit einer rauen Oberfläche. Eine deutlich geringere Überlebensrate fiel insbesondere in der Studie von Jemt et al. [80] auf. Hier gingen von 298 Implantaten insgesamt 78 Implantate verloren, was einer Überlebensrate von 73,8 % entspricht.

Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Ursache für den hohen Implantatverlust an der kurzen Länge der Implantate (7 mm) und an der schlechten Knochenqualität liegt. Im Gegensatz hierzu konnten jedoch Nedir et al. [122] keine verminderte Überlebensrate kurzer Implantate im normalen oder weichen Knochen feststellen, da sie selbst adäquate Überlebensraten in Regionen mit normaler (98,30 %) oder weicher (96,4 %) Knochenqualität erzielten. Eine weitere Erklärung für die niedrige Überlebensrate bei Jemt et al. [80], die jedoch von den Autoren nicht berücksichtigt wurde, ist die, dass alle Implantate ausschließlich maschinerte Oberflächen besaßen. Diese Annahme wird dadurch bestätigt, dass in drei weiteren retrospektiven Studien [43, 101, 106], in welchen ebenfalls ausschließlich maschinerte Implantate verwendet wurden, reduzierte Überlebensraten von < 90,0 % festgestellt wurden. Somit wiesen mehr als die Hälfte aller Implantatverluste eine maschinerte Oberfläche auf. Dies lässt schlussfolgern, dass die Implantatoberfläche den wichtigsten Parameter bezüglich der Überlebensrate kurzer Implantate darstellt.

Im Allgemeinen wird empfohlen, dass in klinischen Situationen mit schlechter Knochenqualität oder schlechtem Knochenvolumen rauhen Implantatoberflächen der Vorzug zu geben ist [113, 208].

Zudem weisen raue Oberflächen einen erhöhten Implantat-Knochen-Kontakt auf, verglichen mit glatten Implantatoberflächen [55, 209-210]. Nicht zuletzt deshalb werden heutzutage Implantate mit rauher Oberfläche generell denen mit glatter Oberfläche vorgezogen [60-61, 206, 209, 211-213]. Somit lässt sich schlussfolgern, dass in Zukunft kurze Implantate mit rauher Oberfläche bevorzugt Anwendung finden werden.

Schlussfolgerung:

Das Ziel der vorliegenden Literaturrecherche war die Analyse der Überlebensrate kurzer dentaler Implantate (≤ 10 mm) sowie die Auswertung von verschiedenen Faktoren (Implantatlänge, Implantatdurchmesser, Oberflächenbeschaffenheit, Implantattyp, Region u.a.), welche die Erfolgsrate der kurzen Implantate beeinflussen. Hierzu wurden Publikationen zwischen 1990 und 2010 aus den verschiedenen Datenbanken (PubMed, Medline, Cochrane Library, u. a.) entsprechend der Schlüsselwörter recherchiert und analysiert.

Insgesamt wurden 41 klinische Studien identifiziert, die den Ein- und Ausschlusskriterien entsprachen, davon waren 11 prospektive Studien (PS), 26 retrospektive Studien (RS), zwei longitudinale Studien (LS) und zwei Studien konnten keinem Studiendesign (NZ) zugeordnet werden. Anhand der Daten aus den Studien wurden eine Studien- und eine Verlusttabelle erstellt. Insgesamt wurden 16797 Implantate aus den 41 klinischen Studien in die Auswertung einbezogen. Von diesen gingen 819 Implantate in 37 Studien (9 PS, 24 RS, 2 LS und 2 NZ) verloren, was einer Gesamtüberlebensrate von 95,1 % entspricht. In allen 41 Studien wurde die Verlustrate mit dem Explantieren des Implantates gleichgesetzt. Insbesondere konnte ermittelt werden, dass raue Implantatoberflächen den maschinieren/glatten Oberflächen überlegen sind. Von 5605 gesetzten maschinieren kurzen Implantaten kam es zu 473 Implantatverlusten in 14 Studien (4 PS und 10 RS), was einer Verlustrate von 8,4 % (473/5605) für Implantate mit maschinieren Oberfläche entspricht. Als bedeutender Einflussfaktor auf die Verlustrate der kurzen Implantate konnte vor allem die Knochenqualität und die Kieferregion ermittelt werden.

Da die Überlebensrate kurzer dentaler Implantate (≤ 10 mm) mit 95,6 % der von (langen) Standardimplantaten vergleichbar ist, stellen kurze Implantate eine mögliche Alternative dar, um größere augmentative Maßnahmen im Kieferbereich zu vermeiden. Für zukünftige Studien wäre die Verwendung einheitlicher Kriterien wünschenswert, da die Ergebnisse damit besser miteinander zu vergleichen wären. Zudem könnte die Evidenz der Daten durch die Verwendung einer gemeinsamen einheitlichen Datenbank um ein Vielfaches gesteigert werden.

5. Literaturverzeichnis

1. Jemt, T., *Modified single and short-span restorations supported by osseointegrated fixtures in the partially edentulous jaw.* J Prosthet Dent, 1986. 55(2): p. 243-7.
2. Branemark, P.I., et al., *Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period.* Scand J Plast Reconstr Surg Suppl, 1977. 16: p. 1-132.
3. Chiapasco, M., M. Zaniboni, and M. Boisco, *Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants.* Clin Oral Implants Res, 2006. 17 Suppl 2: p. 136-59.
4. Donos, N., N. Mardas, and V. Chadha, *Clinical outcomes of implants following lateral bone augmentation: systematic assessment of available options (barrier membranes, bone grafts, split osteotomy).* J Clin Periodontol, 2008. 35(8 Suppl): p. 173-202.
5. Pjetursson, B.E., et al., *A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation.* J Clin Periodontol, 2008. 35(8 Suppl): p. 216-40.
6. Rocchietta, I., F. Fontana, and M. Simion, *Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: a systematic review.* J Clin Periodontol, 2008. 35(8 Suppl): p. 203-15.
7. Hagi, D., et al., *A targeted review of study outcomes with short (< or = 7 mm) endosseous dental implants placed in partially edentulous patients.* J Periodontol, 2004. 75(6): p. 798-804.
8. das Neves, F.D., et al., *Short implants--an analysis of longitudinal studies.* Int J Oral Maxillofac Implants, 2006. 21(1): p. 86-93.
9. Morand, M. and T. Irinakis, *The challenge of implant therapy in the posterior maxilla: providing a rationale for the use of short implants.* J Oral Implantol, 2007. 33(5): p. 257-66.
10. Renouard, F. and D. Nisand, *Impact of implant length and diameter on survival rates.* Clin Oral Implants Res, 2006. 17 Suppl 2: p. 35-51.
11. Misch, C.E., *Short dental implants: a literature review and rationale for use.* Dent Today, 2005. 24(8): p. 64-6, 68.
12. Tawil, G., N. Aboujaoude, and R. Younan, *Influence of prosthetic parameters on the survival and complication rates of short implants.* Int J Oral Maxillofac Implants, 2006. 21(2): p. 275-82.
13. Tawil, G. and R. Younan, *Clinical evaluation of short, machined-surface implants followed for 12 to 92 months.* Int J Oral Maxillofac Implants, 2003. 18(6): p. 894-901.
14. Weng, D., et al., *A prospective multicenter clinical trial of 3i machined-surface implants: results after 6 years of follow-up.* Int J Oral Maxillofac Implants, 2003. 18(3): p. 417-23.
15. Winkler, S., H.F. Morris, and S. Ochi, *Implant survival to 36 months as related to length and diameter.* Ann Periodontol, 2000. 5(1): p. 22-31.
16. Bahat, O., *Branemark system implants in the posterior maxilla: clinical study of 660 implants followed for 5 to 12 years.* Int J Oral Maxillofac Implants, 2000. 15(5): p. 646-53.
17. Henry, P.J., D.E. Tolman, and C. Bolender, *The applicability of osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients: three-year results of a prospective multicenter study.* Quintessence Int, 1993. 24(2): p. 123-9.

18. Jemt, T. and U. Lekholm, *Oral implant treatment in posterior partially edentulous jaws: a 5-year follow-up report*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1993. 8(6): p. 635-40.
19. van Steenberghe, D., et al., *Applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: a prospective multicenter study on 558 fixtures*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1990. 5(3): p. 272-81.
20. Goodacre, C.J., et al., *Clinical complications with implants and implant prostheses*. J Prosthet Dent, 2003. 90(2): p. 121-32.
21. Ivanoff, C.J., et al., *Influence of variations in implant diameters: a 3- to 5-year retrospective clinical report*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1999. 14(2): p. 173-80.
22. Naert, I., et al., *Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. part I: a longitudinal clinical evaluation*. Clin Oral Implants Res, 2002. 13(4): p. 381-9.
23. Greenfield, E.J., *Implantation of artificial crown and bridge abutments*. 1913. Compend Contin Educ Dent, 2008. 29(4): p. 232-7.
24. R., M., "Dikussionsbeitrag", in *Int. Bericht der 74. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Düsseldorf*. 1937, Lehmann J.F.: Düsseldorf. p. 53-54.
25. Storck, A., *Experimental work on a method for the replacement of missing teeth by direct implantation of metal support into the alveolus*. Am J. Orthodont., 1939. 25: p. 467.
26. Grafelmann, H.L. and H.H. Brandt, *Experiences with Linkow endosseous extension implants*. Quintessenz, 1970. 21(11): p. 27-34.
27. Tramonte, S., *A further report on intraosseous implants with improved drive screws*. J Oral Implant Transplant Surg, 1965. 11: p. 35-7.
28. Tramonte, S.M., *On some interesting cases of intra-osseous implantation using self-cutting screws*. Ann Stomatol (Roma), 1966. 15(4): p. 313-23.
29. Branemark, P.I., et al., *Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies*. Scand J Plast Reconstr Surg, 1969. 3(2): p. 81-100.
30. Branemark, P.I., et al., *Experimental studies on intra-osseous anchorage of dental prosthesis*. Arsb Goteb Tandlak Sallsk, 1970: p. 9-25.
31. Branemark, P.I., et al., *Intraosseous implants*. Odontostomatol Implantoprotesi, 1980(1): p. 24-5.
32. Schwenger N, E.M., ed. *Zahnärztliche Chirurgie*. Vol. 3. Auflage. 2000, Thieme Stuttgart. 340.
33. Albrektsson, T., et al., *Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man*. Acta Orthop Scand, 1981. 52(2): p. 155-70.
34. Zarb, G.A., F.L. Zarb, and A. Schmitt, *Osseointegrated implants for partially edentulous patients. Interim considerations*. Dent Clin North Am, 1987. 31(3): p. 457-72.
35. Haider, R., G. Watzek, and H. Plenk, *Effects of drill cooling and bone structure on IMZ implant fixation*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1993. 8(1): p. 83-91.
36. Weyant, R.J., *Characteristics associated with the loss and peri-implant tissue health of endosseous dental implants*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1994. 9(1): p. 95-102.
37. Brocard, D., et al., *A multicenter report on 1,022 consecutively placed ITI implants: a 7-year longitudinal study*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2000. 15(5): p. 691-700.
38. Weibrich, G., et al., *IMZ-TwinPlus bone implant system--4 years clinical experience*. Mund Kiefer Gesichtschr, 2001. 5(2): p. 120-5.
39. Schnitman, P.-S., *Dental implants. Benefits and risk. Proceedings of an NIH Harvard Consensus Development Conference in NIH Harvard Consensus Development Conference*. 1978: Boston. Jun 13-14;1 (3):. p. 13-19.

40. Albrektsson, T., et al., *The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1986. 1(1): p. 11-25.
41. Buser, D., H.P. Weber, and N.P. Lang, *Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants*. Clin Oral Implants Res, 1990. 1(1): p. 33-40.
42. Naert, I., et al., *A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism*. J Prosthet Dent, 1992. 67(2): p. 236-45.
43. Snauwaert, K., et al., *Time dependent failure rate and marginal bone loss of implant supported prostheses: a 15-year follow-up study*. Clin Oral Investig, 2000. 4(1): p. 13-20.
44. Jahn M, d.H.B., *Zur Definition des Erfolges bei Implantaten*. Z Zahnärztl Impl, 1992. 8: p. 221-226.
45. Buch, R.S., G. Weibrich, and W. Wagner, *Criteria of success in implantology*. Mund Kiefer Gesichtschir, 2003. 7(1): p. 42-6.
46. Wyatt, C.C. and G.A. Zarb, *Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1998. 13(2): p. 204-11.
47. Kotsovilis, S., et al., *A systematic review and meta-analysis on the effect of implant length on the survival of rough-surface dental implants*. J Periodontol, 2009. 80(11): p. 1700-18.
48. Pierrisnard, L., et al., *Influence of implant length and bicortical anchorage on implant stress distribution*. Clin Implant Dent Relat Res, 2003. 5(4): p. 254-62.
49. Lum, L.B., *A biomechanical rationale for the use of short implants*. J Oral Implantol, 1991. 17(2): p. 126-31.
50. Akagawa, Y., et al., *A mimic osseointegrated implant model for three-dimensional finite element analysis*. J Oral Rehabil, 2003. 30(1): p. 41-5.
51. Geng, J.P., K.B. Tan, and G.R. Liu, *Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature*. J Prosthet Dent, 2001. 85(6): p. 585-98.
52. Grossner-Schreiber, B. and R.S. Tuan, *The influence of the titanium implant surface on the process of osseointegration*. Dtsch Zahnärztl Z, 1991. 46(10): p. 691-3.
53. Esposito, M., et al., *The role of implant surface modifications, shape and material on the success of osseointegrated dental implants. A Cochrane systematic review*. Eur J Prosthodont Restor Dent, 2005. 13(1): p. 15-31.
54. Gehrke, P. and J. Neugebauer, *Implant surface design: using biotechnology to enhance osseointegration. Interview*. Dent Implantol Update, 2003. 14(8): p. 57-64.
55. Wennerberg, A. and T. Albrektsson, *Suggested guidelines for the topographic evaluation of implant surfaces*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2000. 15(3): p. 331-44.
56. Shalabi, M.M., et al., *Implant surface roughness and bone healing: a systematic review*. J Dent Res, 2006. 85(6): p. 496-500.
57. Albrektsson, T. and A. Wennerberg, *Oral implant surfaces: Part 1--review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them*. Int J Prosthodont, 2004. 17(5): p. 536-43.
58. Albrektsson, T. and A. Wennerberg, *Oral implant surfaces: Part 2--review focusing on clinical knowledge of different surfaces*. Int J Prosthodont, 2004. 17(5): p. 544-64.
59. Piattelli, M., et al., *Bone response to machined and resorbable blast material titanium implants: an experimental study in rabbits*. J Oral Implantol, 2002. 28(1): p. 2-8.

60. Cochran, D.L., *A comparison of endosseous dental implant surfaces*. J Periodontol, 1999. 70(12): p. 1523-39.
61. Cochran, D.L., et al., *Bone response to unloaded and loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a histometric study in the canine mandible*. J Biomed Mater Res, 1998. 40(1): p. 1-11.
62. Kieswetter, K., et al., *Surface roughness modulates the local production of growth factors and cytokines by osteoblast-like MG-63 cells*. J Biomed Mater Res, 1996. 32(1): p. 55-63.
63. Massaro, C., et al., *Comparative investigation of the surface properties of commercial titanium dental implants. Part I: chemical composition*. J Mater Sci Mater Med, 2002. 13(6): p. 535-48.
64. Ivanoff, C.J., et al., *Influence of implant diameters on the integration of screw implants. An experimental study in rabbits*. Int J Oral Maxillofac Surg, 1997. 26(2): p. 141-8.
65. Misch, C.E., et al., *Short dental implants in posterior partial edentulism: a multicenter retrospective 6-year case series study*. J Periodontol, 2006. 77(8): p. 1340-7.
66. Kim, Y., et al., *Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale*. Clin Oral Implants Res, 2005. 16(1): p. 26-35.
67. Bidez, M.W. and C.E. Misch, *Force transfer in implant dentistry: basic concepts and principles*. J Oral Implantol, 1992. 18(3): p. 264-74.
68. Misch, C.E. and M.W. Bidez, *Implant-protected occlusion: a biomechanical rationale*. Compendium, 1994. 15(11): p. 1330, 1332, 1334 passim; quiz 1344.
69. Zadeh, H.H., *Implant site development: clinical realities of today and the prospects of tissue engineering*. J Calif Dent Assoc, 2004. 32(12): p. 1011-20.
70. Tallgren, A., *The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years*. J Prosthet Dent, 1972. 27(2): p. 120-32.
71. Becktor, J.P., S. Isaksson, and L. Sennerby, *Survival analysis of endosseous implants in grafted and nongrafted edentulous maxillae*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2004. 19(1): p. 107-15.
72. Del Fabbro, M., et al., *Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus*. Int J Periodontics Restorative Dent, 2004. 24(6): p. 565-77.
73. Hernandez, C.J. and T.M. Keaveny, *A biomechanical perspective on bone quality*. Bone, 2006. 39(6): p. 1173-81.
74. Giesen, E.B., et al., *Changed morphology and mechanical properties of cancellous bone in the mandibular condyles of edentate people*. J Dent Res, 2004. 83(3): p. 255-9.
75. Frost, H.M., *Bone's mechanostat: a 2003 update*. Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol, 2003. 275(2): p. 1081-101.
76. Stoppie, N., et al., *Structural and radiological parameters for the characterization of jawbone*. Clin Oral Implants Res, 2006. 17(2): p. 124-33.
77. Zarb, G.A. and F.L. Zarb, *Tissue integrated dental prostheses*. Quintessence Int, 1985. 16(1): p. 39-42.
78. Misch, C.E. and K.W. Judy, *Classification of partially edentulous arches for implant dentistry*. Int J Oral Implantol, 1987. 4(2): p. 7-13.
79. Shapurian, T., et al., *Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2006. 21(2): p. 290-7.
80. Jemt, T. and U. Lekholm, *Implant treatment in edentulous maxillae: a 5-year follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1995. 10(3): p. 303-11.
81. Johansson, B., T. Back, and J.M. Hirsch, *Cutting torque measurements in conjunction with implant placement in grafted and nongrafted maxillas as*

- an objective evaluation of bone density: a possible method for identifying early implant failures?* Clin Implant Dent Relat Res, 2004. 6(1): p. 9-15.
82. Alsaadi, G., et al., *A biomechanical assessment of the relation between the oral implant stability at insertion and subjective bone quality assessment.* J Clin Periodontol, 2007. 34(4): p. 359-66.
 83. Friberg, B., et al., *On cutting torque measurements during implant placement: a 3-year clinical prospective study.* Clin Implant Dent Relat Res, 1999. 1(2): p. 75-83.
 84. Turkyilmaz, I., T.F. Tozum, and C. Tumer, *Bone density assessments of oral implant sites using computerized tomography.* J Oral Rehabil, 2007. 34(4): p. 267-72.
 85. Turkyilmaz, I., et al., *Relations between the bone density values from computerized tomography, and implant stability parameters: a clinical study of 230 regular platform implants.* J Clin Periodontol, 2007. 34(8): p. 716-22.
 86. Lagravere, M.O., et al., *Density conversion factor determined using a cone-beam computed tomography unit NewTom QR-DVT 9000.* Dentomaxillofac Radiol, 2006. 35(6): p. 407-9.
 87. Karl, M., et al., *Parameters of resonance frequency measurement values: a retrospective study of 385 ITI dental implants.* Clin Oral Implants Res, 2008. 19(2): p. 214-8.
 88. Truhlar, R.S., H.F. Morris, and S. Ochi, *Stability of the bone-implant complex. Results of longitudinal testing to 60 months with the Periotest device on endosseous dental implants.* Ann Periodontol, 2000. 5(1): p. 42-55.
 89. Ribeiro-Rotta, R.F., C. Lindh, and M. Rohlin, *Efficacy of clinical methods to assess jawbone tissue prior to and during endosseous dental implant placement: a systematic literature review.* Int J Oral Maxillofac Implants, 2007. 22(2): p. 289-300.
 90. Jemt, T., U. Lekholm, and R. Adell, *Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients: a preliminary study on 876 consecutively placed fixtures.* Int J Oral Maxillofac Implants, 1989. 4(3): p. 211-7.
 91. Hutton, J.E., et al., *Factors related to success and failure rates at 3-year follow-up in a multicenter study of overdentures supported by Branemark implants.* Int J Oral Maxillofac Implants, 1995. 10(1): p. 33-42.
 92. Sackett, D.L., et al., *Evidence based medicine: what it is and what it isn't.* BMJ, 1996. 312(7023): p. 71-2.
 93. Rohrig, B., J.B. du Prel, and M. Blettner, *Study design in medical research: part 2 of a series on the evaluation of scientific publications.* Dtsch Arztebl Int, 2009. 106(11): p. 184-9.
 94. Rohrig, B., et al., *Types of study in medical research: part 3 of a series on evaluation of scientific publications.* Dtsch Arztebl Int, 2009. 106(15): p. 262-8.
 95. Schulz, K.F., D.G. Altman, and D. Moher, *CONSORT 2010 Statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials.* J Clin Epidemiol, 2010. 63(8): p. 834-40.
 96. Moher, D., et al., *CONSORT 2010 Explanation and Elaboration: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials.* J Clin Epidemiol, 2010. 63(8): p. e1-37.
 97. Hopewell, S., et al., *The quality of reports of randomised trials in 2000 and 2006: comparative study of articles indexed in PubMed.* BMJ, 2010. 340: p. c723.
 98. Blettner, M., B. Schlehofer, and W. Sauerbrei, *Limitations of meta-analysis from published data in epidemiological research.* Soz Praventivmed, 1997. 42(2): p. 95-104.

99. Triplett, R.G., et al., *Endosseous cylinder implants in severely atrophic mandibles*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1991. 6(3): p. 264-9.
100. Jemt, T. and P. Pettersson, *A 3-year follow-up study on single implant treatment*. J Dent, 1993. 21(4): p. 203-8.
101. Stellingsma, C., H.J. Meijer, and G.M. Raghoobar, *Use of short endosseous implants and an overdenture in the extremely resorbed mandible: a five-year retrospective study*. J Oral Maxillofac Surg, 2000. 58(4): p. 382-7; discussion 387-8.
102. Nevins, M. and B. Langer, *The successful application of osseointegrated implants to the posterior jaw: a long-term retrospective study*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1993. 8(4): p. 428-32.
103. Ekfeldt, A., G.E. Carlsson, and G. Borjesson, *Clinical evaluation of single-tooth restorations supported by osseointegrated implants: a retrospective study*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1994. 9(2): p. 179-83.
104. Fugazzotto, P.A., et al., *Success and failure rates of 9 mm or shorter implants in the replacement of missing maxillary molars when restored with individual crowns: preliminary results 0 to 84 months in function. A retrospective study*. J Periodontol, 2004. 75(2): p. 327-32.
105. Griffin, T.J. and W.S. Cheung, *The use of short, wide implants in posterior areas with reduced bone height: a retrospective investigation*. J Prosthet Dent, 2004. 92(2): p. 139-44.
106. Becker, W., et al., *Long-term evaluation of 282 implants in maxillary and mandibular molar positions: a prospective study*. J Periodontol, 1999. 70(8): p. 896-901.
107. Renouard, F. and D. Nisand, *Short implants in the severely resorbed maxilla: a 2-year retrospective clinical study*. Clin Implant Dent Relat Res, 2005. 7 Suppl 1: p. S104-10.
108. Higuchi, K.W., T. Folmer, and C. Kultje, *Implant survival rates in partially edentulous patients: a 3-year prospective multicenter study*. J Oral Maxillofac Surg, 1995. 53(3): p. 264-8.
109. Anitua, E. and G. Orive, *Short implants in maxillae and mandibles: a retrospective study with 1 to 8 years of follow-up*. J Periodontol, 2010. 81(6): p. 819-26.
110. Lekholm, U., et al., *Survival of the Branemark implant in partially edentulous jaws: a 10-year prospective multicenter study*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1999. 14(5): p. 639-45.
111. Anitua, E., et al., *Five-year clinical evaluation of short dental implants placed in posterior areas: a retrospective study*. J Periodontol, 2008. 79(1): p. 42-8.
112. Grant, B.T., F.X. Pancko, and R.A. Kraut, *Outcomes of placing short dental implants in the posterior mandible: a retrospective study of 124 cases*. J Oral Maxillofac Surg, 2009. 67(4): p. 713-7.
113. Testori, T., et al., *A prospective multicenter clinical study of the Osseotite implant: four-year interim report*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2001. 16(2): p. 193-200.
114. Friberg, B., et al., *Long-term follow-up of severely atrophic edentulous mandibles reconstructed with short Branemark implants*. Clin Implant Dent Relat Res, 2000. 2(4): p. 184-9.
115. Testori, T., et al., *A multicenter prospective evaluation of 2-months loaded Osseotite implants placed in the posterior jaws: 3-year follow-up results*. Clin Oral Implants Res, 2002. 13(2): p. 154-61.
116. Malo, P., M. de Araujo Nobre, and B. Rangert, *Short implants placed one-stage in maxillae and mandibles: a retrospective clinical study with 1 to 9 years of follow-up*. Clin Implant Dent Relat Res, 2007. 9(1): p. 15-21.
117. Garlini, G., et al., *Retrospective clinical study of Osseotite implants: zero- to 5-year results*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2003. 18(4): p. 589-93.

118. Romeo, E., et al., *Short (8-mm) dental implants in the rehabilitation of partial and complete edentulism: a 3- to 14-year longitudinal study*. Int J Prosthodont, 2006. 19(6): p. 586-92.
119. Degidi, M., et al., *Immediately loaded short implants: analysis of a case series of 133 implants*. Quintessence Int, 2007. 38(3): p. 193-201.
120. Ferrigno, N., et al., *A long-term follow-up study of non-submerged ITI implants in the treatment of totally edentulous jaws. Part I: Ten-year life table analysis of a prospective multicenter study with 1286 implants*. Clin Oral Implants Res, 2002. 13(3): p. 260-73.
121. Deporter, D., et al., *Managing the posterior mandible of partially edentulous patients with short, porous-surfaced dental implants: early data from a clinical trial*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2001. 16(5): p. 653-8.
122. Nedir, R., et al., *A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants. Results from a private practice*. Clin Oral Implants Res, 2004. 15(2): p. 150-7.
123. Deporter, D., R. Todescan, and S. Caudry, *Simplifying management of the posterior maxilla using short, porous-surfaced dental implants and simultaneous indirect sinus elevation*. Int J Periodontics Restorative Dent, 2000. 20(5): p. 476-85.
124. Bischof, M., et al., *A five-year life-table analysis on wide neck ITI implants with prosthetic evaluation and radiographic analysis: results from a private practice*. Clin Oral Implants Res, 2006. 17(5): p. 512-20.
125. ten Bruggenkate, C.M., et al., *Short (6-mm) nonsubmerged dental implants: results of a Multicenter clinical trial of 1 to 7 years*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1998. 13(6): p. 791-8.
126. Cochran, D.L., et al., *The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants*. Clin Oral Implants Res, 2002. 13(2): p. 144-53.
127. Jemt, T. and J. Johansson, *Implant treatment in the edentulous maxillae: a 15-year follow-up study on 76 consecutive patients provided with fixed prostheses*. Clin Implant Dent Relat Res, 2006. 8(2): p. 61-9.
128. Lee, E.H., et al., *Effects of installation depth on survival of an hydroxyapatite-coated Bicon implant for single-tooth restoration*. J Oral Maxillofac Surg, 2010. 68(6): p. 1345-52.
129. Arlin, M.L., *Short dental implants as a treatment option: results from an observational study in a single private practice*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2006. 21(5): p. 769-76.
130. Fugazzotto, P.A., *Shorter implants in clinical practice: rationale and treatment results*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2008. 23(3): p. 487-96.
131. Adell, R., et al., *A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw*. Int J Oral Surg, 1981. 10(6): p. 387-416.
132. Anitua, E., et al., *Influence of implant length, diameter, and geometry on stress distribution: a finite element analysis*. Int J Periodontics Restorative Dent, 2010. 30(1): p. 89-95.
133. Ziegler, A., S. Lange, and R. Bender, *Survival analysis: properties and Kaplan-Meier method*. Dtsch Med Wochenschr, 2007. 132 Suppl 1: p. e36-8.
134. Blanes, R.J., et al., *A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. I: Clinical and radiographic results*. Clin Oral Implants Res, 2007. 18(6): p. 699-706.
135. Crawford, J.M., C.L. Briggs, and C.G. Engeland, *Publication bias and its implications for evidence-based clinical decision making*. J Dent Educ, 2010. 74(6): p. 593-600.
136. Schwarzer, G. and G. Rucker, *Statistical methods for detecting and adjusting for publication bias*. Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes, 2010. 104(4): p. 306-13.

137. Hopewell, S., et al., *Publication bias in clinical trials due to statistical significance or direction of trial results*. Cochrane Database Syst Rev, 2009(1): p. MR000006.
138. Thermann, M., et al., *Validity of retro- and prospective data analysis (authors' translation)*. Langenbecks Arch Chir, 1980. 353(1): p. 63-70.
139. Lambrecht, J.T., et al., *Long-term evaluation of submerged and nonsubmerged ITI solid-screw titanium implants: a 10-year life table analysis of 468 implants*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2003. 18(6): p. 826-34.
140. Malo, P., et al., *A longitudinal study of the survival of All-on-4 implants in the mandible with up to 10 years of follow-up*. J Am Dent Assoc, 2011. 142(3): p. 310-20.
141. Buser, D., et al., *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, 1997. 8(3): p. 161-72.
142. Friberg, B., T. Jemt, and U. Lekholm, *Early failures in 4,641 consecutively placed Branemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1991. 6(2): p. 142-6.
143. Romeo, E., et al., *Long-term clinical effectiveness of oral implants in the treatment of partial edentulism. Seven-year life table analysis of a prospective study with ITI dental implants system used for single-tooth restorations*. Clin Oral Implants Res, 2002. 13(2): p. 133-43.
144. Klineberg, I., *An overview of Branemark osseointegrated oral implants in Australia and New Zealand 1981-1992*. Aust Prosthodont J, 1993. 7 Suppl: p. 57-64.
145. Javed, F. and G.E. Romanos, *Impact of diabetes mellitus and glycemic control on the osseointegration of dental implants: a systematic literature review*. J Periodontol, 2009. 80(11): p. 1719-30.
146. Javed, F., et al., *Implant survival rate after oral cancer therapy: a review*. Oral Oncol, 2010. 46(12): p. 854-9.
147. Hwang, D. and H.L. Wang, *Medical contraindications to implant therapy: Part II: Relative contraindications*. Implant Dent, 2007. 16(1): p. 13-23.
148. Carr, A.B., *Implant location and radiotherapy are the only factors linked to 2-year implant failure*. J Evid Based Dent Pract, 2010. 10(1): p. 49-51.
149. Baig, M.R. and M. Rajan, *Effects of smoking on the outcome of implant treatment: a literature review*. Indian J Dent Res, 2007. 18(4): p. 190-5.
150. Sanchez-Perez, A., M.J. Moya-Villaescusa, and R.G. Caffesse, *Tobacco as a risk factor for survival of dental implants*. J Periodontol, 2007. 78(2): p. 351-9.
151. Vehemente, V.A., et al., *Risk factors affecting dental implant survival*. J Oral Implantol, 2002. 28(2): p. 74-81.
152. Lambert, P.M., H.F. Morris, and S. Ochi, *The influence of smoking on 3-year clinical success of osseointegrated dental implants*. Ann Periodontol, 2000. 5(1): p. 79-89.
153. Moheng, P. and J.M. Feryn, *Clinical and biologic factors related to oral implant failure: a 2-year follow-up study*. Implant Dent, 2005. 14(3): p. 281-8.
154. Bain, C.A. and P.K. Moy, *The association between the failure of dental implants and cigarette smoking*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1993. 8(6): p. 609-15.
155. Al-Nawas, B., *Indikation einer präoperativen antibiotischen Prophylaxe bei Insertion enossaler Implantate-ein Systematisches Review*. Z Zahnärztl Impl, 2010(26): p. (1).
156. Laskin, D.M., et al., *The influence of preoperative antibiotics on success of endosseous implants at 36 months*. Ann Periodontol, 2000. 5(1): p. 166-74.

157. Esposito, M., et al., *Effectiveness of prophylactic antibiotics at placement of dental implants: a pragmatic multicentre placebo-controlled randomised clinical trial*. Eur J Oral Implantol, 2010. 3(2): p. 135-43.
158. Esposito, M., et al., *The efficacy of antibiotic prophylaxis at placement of dental implants: a Cochrane systematic review of randomised controlled clinical trials*. Eur J Oral Implantol, 2008. 1(2): p. 95-103.
159. Esposito, M., et al., *Efficacy of prophylactic antibiotics for dental implants: a multicentre placebo-controlled randomised clinical trial*. Eur J Oral Implantol, 2008. 1(1): p. 23-31.
160. Zelenitsky, S.A., et al., *Antibiotic pharmacodynamics in surgical prophylaxis: an association between intraoperative antibiotic concentrations and efficacy*. Antimicrob Agents Chemother, 2002. 46(9): p. 3026-30.
161. Sakong, P., et al., *Association between the pattern of prophylactic antibiotic use and surgical site infection rate for major surgeries in Korea*. J Prev Med Public Health, 2009. 42(1): p. 12-20.
162. Steinberg, J.P., et al., *Timing of antimicrobial prophylaxis and the risk of surgical site infections: results from the Trial to Reduce Antimicrobial Prophylaxis Errors*. Ann Surg, 2009. 250(1): p. 10-6.
163. Esposito, M., et al., *Interventions for replacing missing teeth: antibiotics at dental implant placement to prevent complications*. Cochrane Database Syst Rev, 2010(7): p. CD004152.
164. Sakong, P., et al., *Association between the pattern of prophylactic antibiotic use and surgical site infection rate for major surgeries in Korea*. J Prev Med Public Health, 2009. 42(1): p. 12-20.
165. Menchero-Cantalejo, E., et al., *Meta-analysis on the survival of short implants*. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2011. 16(4): p. e546-51.
166. Lemmerman, K.J. and N.E. Lemmerman, *Osseointegrated dental implants in private practice: a long-term case series study*. J Periodontol, 2005. 76(2): p. 310-9.
167. McDermott, N.E., et al., *Maxillary sinus augmentation as a risk factor for implant failure*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2006. 21(3): p. 366-74.
168. Kan, J.Y., et al., *Factors affecting the survival of implants placed in grafted maxillary sinuses: a clinical report*. J Prosthet Dent, 2002. 87(5): p. 485-9.
169. Lozada, J.L., et al., *Root-form implants placed in subantral grafted sites*. J Calif Dent Assoc, 1993. 21(1): p. 31-5.
170. Levin, L., D. Nitzan, and D. Schwartz-Arad, *Success of dental implants placed in intraoral block bone grafts*. J Periodontol, 2007. 78(1): p. 18-21.
171. Woo, V.V., et al., *Dentoalveolar reconstructive procedures as a risk factor for implant failure*. J Oral Maxillofac Surg, 2004. 62(7): p. 773-80.
172. Gapski, R., et al., *Critical review of immediate implant loading*. Clin Oral Implants Res, 2003. 14(5): p. 515-27.
173. Nemcovsky, C.E. and Z. Artzi, *Comparative study of buccal dehiscence defects in immediate, delayed, and late maxillary implant placement with collagen membranes: clinical healing between placement and second-stage surgery*. J Periodontol, 2002. 73(7): p. 754-61.
174. Ribeiro, F.S., et al., *Success rate of immediate nonfunctional loaded single-tooth implants: immediate versus delayed implantation*. Implant Dent, 2008. 17(1): p. 109-17.
175. Esposito, M., et al., *Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis*. Eur J Oral Sci, 1998. 106(3): p. 721-64.
176. Degidi, M. and A. Piattelli, *7-year follow-up of 93 immediately loaded titanium dental implants*. J Oral Implantol, 2005. 31(1): p. 25-31.
177. Tarnow, D.P., S. Emtiaz, and A. Classi, *Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case*

- reports with 1- to 5-year data.* Int J Oral Maxillofac Implants, 1997. 12(3): p. 319-24.
178. Degidi, M., et al., *Comparative analysis of immediate functional loading and immediate nonfunctional loading to traditional healing periods: a 5-year follow-up of 550 dental implants.* Clin Implant Dent Relat Res, 2009. 11(4): p. 257-66.
179. Balshi, T.J. and G.J. Wolfinger, *Immediate loading of Branemark implants in edentulous mandibles: a preliminary report.* Implant Dent, 1997. 6(2): p. 83-8.
180. Chow, J., et al., *The Hong Kong Bridge Protocol. Immediate loading of mandibular Branemark fixtures using a fixed provisional prosthesis: preliminary results.* Clin Implant Dent Relat Res, 2001. 3(3): p. 166-74.
181. Jaffin, R.A. and C.L. Berman, *The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis.* J Periodontol, 1991. 62(1): p. 2-4.
182. Moy, P.K., et al., *Dental implant failure rates and associated risk factors.* Int J Oral Maxillofac Implants, 2005. 20(4): p. 569-77.
183. Lauc, T., D. Krnic, and D. Katanec, *Implant failure: regional versus cumulative evaluation.* Coll Antropol, 2000. 24 Suppl 1: p. 91-6.
184. Jebreen, S.E. and A. Khraisat, *Multicenter retrospective study of ITI implant-supported posterior partial prosthesis in Jordan.* Clin Implant Dent Relat Res, 2007. 9(2): p. 89-93.
185. Fugazzotto, P.A., *Success and failure rates of osseointegrated implants in function in regenerated bone for 72 to 133 months.* Int J Oral Maxillofac Implants, 2005. 20(1): p. 77-83.
186. Davarpanah, M., et al., *Osseotite implant: 3-year prospective multicenter evaluation.* Clin Implant Dent Relat Res, 2001. 3(2): p. 111-8.
187. van Steenberghe, D., et al., *The relative impact of local and endogenous patient-related factors on implant failure up to the abutment stage.* Clin Oral Implants Res, 2002. 13(6): p. 617-22.
188. Ekfeldt, A., et al., *A retrospective analysis of factors associated with multiple implant failures in maxillae.* Clin Oral Implants Res, 2001. 12(5): p. 462-7.
189. Montes, C.C., et al., *Failing factors associated with osseointegrated dental implant loss.* Implant Dent, 2007. 16(4): p. 404-12.
190. Noguerol, B., et al., *Early implant failure. Prognostic capacity of Periotest: retrospective study of a large sample.* Clin Oral Implants Res, 2006. 17(4): p. 459-64.
191. Sverzut, A.T., et al., *The influence of tobacco on early dental implant failure.* J Oral Maxillofac Surg, 2008. 66(5): p. 1004-9.
192. English, C., et al., *What are the clinical limitations of wide-diameter (4 mm or greater) root-form endosseous implants?* Int J Oral Maxillofac Implants, 2000. 15(2): p. 293-6.
193. Jesnen, J. and S. Sindet-Pedersen, *Treatment of edentulousness by use of osteointegrated implants i e Branemark.* Tandlaegebladet, 1990. 94(16): p. 663-9.
194. Branemark, P.I., B. Svensson, and D. van Steenberghe, *Ten-year survival rates of fixed prostheses on four or six implants ad modum Branemark in full edentulism.* Clin Oral Implants Res, 1995. 6(4): p. 227-31.
195. Jemt, T., *Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Branemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup.* Int J Oral Maxillofac Implants, 1991. 6(3): p. 270-6.
196. Jemt, T., B. Linden, and U. Lekholm, *Failures and complications in 127 consecutively placed fixed partial prostheses supported by Branemark implants: from prosthetic treatment to first annual checkup.* Int J Oral Maxillofac Implants, 1992. 7(1): p. 40-4.

197. Naert, I., et al., *Biologic outcome of single-implant restorations as tooth replacements: a long-term follow-up study*. Clin Implant Dent Relat Res, 2000. 2(4): p. 209-18.
198. Mau, J., et al., *Randomized multicenter comparison of 2 IMZ and 4 TPS screw implants supporting bar-retained overdentures in 425 edentulous mandibles*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2003. 18(6): p. 835-47.
199. Haas, R., et al., *Survival of 1,920 IMZ implants followed for up to 100 months*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1996. 11(5): p. 581-8.
200. Meijer, H.J., et al., *Mandibular overdentures supported by two Branemark, IMZ or ITI implants: a 5-year prospective study*. J Clin Periodontol, 2004. 31(7): p. 522-6.
201. Willer, J., N. Noack, and J. Hoffmann, *Survival rate of IMZ implants: a prospective 10-year analysis*. J Oral Maxillofac Surg, 2003. 61(6): p. 691-5.
202. Chuang, S.K., et al., *Risk factors for dental implant failure: a strategy for the analysis of clustered failure-time observations*. J Dent Res, 2002. 81(8): p. 572-7.
203. Schliephake, H., F.W. Neukam, and M. Wichmann, *Survival analysis of endosseous implants in bone grafts used for the treatment of severe alveolar ridge atrophy*. J Oral Maxillofac Surg, 1997. 55(11): p. 1227-33; discussion 1233-4.
204. Scurria, M.S., et al., *Prognostic variables associated with implant failure: a retrospective effectiveness study*. Int J Oral Maxillofac Implants, 1998. 13(3): p. 400-6.
205. Beschmidt, S.M., et al., *Implant survival and success rates in partially edentulous patients--Part I*. Schweiz Monatsschr Zahnmed, 2003. 113(4): p. 396-403.
206. Zechner, W., et al., *Radiologic follow-up of peri-implant bone loss around machine-surfaced and rough-surfaced interforaminal implants in the mandible functionally loaded for 3 to 7 years*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2004. 19(2): p. 216-21.
207. Trisi, P., et al., *Bone-implant contact on machined and dual acid-etched surfaces after 2 months of healing in the human maxilla*. J Periodontol, 2003. 74(7): p. 945-56.
208. Conner, K.A., et al., *Guided bone regeneration around titanium plasma-sprayed, acid-etched, and hydroxyapatite-coated implants in the canine model*. J Periodontol, 2003. 74(5): p. 658-68.
209. Wennerberg, A., et al., *A histomorphometric evaluation of screw-shaped implants each prepared with two surface roughnesses*. Clin Oral Implants Res, 1998. 9(1): p. 11-9.
210. Wennerberg, A., T. Albrektsson, and J. Lausmaa, *Torque and histomorphometric evaluation of c.p. titanium screws blasted with 25- and 75-microns-sized particles of Al₂O₃*. J Biomed Mater Res, 1996. 30(2): p. 251-60.
211. Li, D., et al., *Biomechanical comparison of the sandblasted and acid-etched and the machined and acid-etched titanium surface for dental implants*. J Biomed Mater Res, 2002. 60(2): p. 325-32.
212. Taba Junior, M., et al., *Radiographic evaluation of dental implants with different surface treatments: an experimental study in dogs*. Implant Dent, 2003. 12(3): p. 252-8.
213. Feldman, S., et al., *Five-year survival distributions of short-length (10 mm or less) machined-surfaced and Osseotite implants*. Clin Implant Dent Relat Res, 2004. 6(1): p. 16-23.

6. Anhang

Autor	Jahr	Studiendesign	Studie nur über kurze Implantate	Durchschnittlich Follow-up	Studienzeitraum (Monate/Jahre)	Anzahl Patienten	Implantat-Länge (mm)	Implantat-Durchmesser (mm)	Gesetzte Implantate	Gesamtzahl Gesetzte Implantate/Länge	Gesamtzahl davon	Überleben rate (%)	Überleben rate nach 2 Jahren	Cum. Überleben rate nach 3 Jahren	Cum. Überleben rate nach 5 Jahren	Cum. Überleben rate nach 7 Jahren	Cum. Überleben rate nach 10 Jahren	Implantat-System	Implantatoberfläche	UKMA			OK/MA		
																				P	A	P			
van Steenberghe et al. [19]	1990	Prospektive Studie	nein	n.a.	22	n.e.	7	3,75	109	120	3	97,2 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark	maschiiert	80	1	25	3	
							4	4	11	11	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %			11	135	5	52	33
							10	3,75	225	246	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %			19	19	2	2	
Triplet et al. [99]	1991	Retrospektive Studie	ja	n.a.	15-62	28	7	3,75	46	46	2	95,7 %	n.e.	n.e.	94,0 %	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark	maschiiert	46	46	-	-	
							10	3,75	84	84	6	92,9 %	n.e.	n.e.	90,7 %	n.e.	n.e.	n.e.			39	15			
Jemt et al. [18]	1993	Retrospektive Studie	nein	n.a.	60	n.e.	7	3,75	54	54	5	90,7 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark	maschiiert	1	1	-	-	
							10	3,75	11	12	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %			2	2	7	2	
Jemt et al. [100]	1993	Retrospektive Studie	nein	n.a.	36	n.e.	7	3,75	11	12	0	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	Brånemark	maschiiert	2	2	-	-	
							10	3,75	119	119	8	93,3 %	8	93,3 %	24	95,4 %	24	95,4 %			64	64	55	55	
Nevins et al. [102]	1993	Retrospektive Studie	nein	n.a.	12 bis 72	n.e.	10	3,75	525	525	24	95,4 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark	maschiiert	338	187	-	-
							7	4,1	2	2	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %	2			2	187	187	
Elkfeldt et al. [103]	1994	Retrospektive Studie	nein	14-55 Monate im Mittel	45,6	n.e.	10	4,1	16	16	1	93,8 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark	maschiiert	16	16	-	-	
							7	3,75	109	120	4	96,3 %	4	96,3 %	2	81,8 %	2	81,8 %			11	11	25	3	
Higuchi et al. [106]	1995	Prospektive Studie	nein	n.a.	36	n.e.	7	4	11	11	2	81,8 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark	maschiiert	11	11	7	7	
							10	3,75	225	246	4	98,2 %	4	98,2 %	0	100,0 %	0	100,0 %			135	5	52	33	
Jemt et al. [80]	1995	Retrospektive Studie	nein	n.a.	60	44	7	4,1	298	298	78	73,8 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark	maschiiert	19	2	-	-	
							7	4,1	298	298	78	73,8 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.			298	298	2	2	
Ten Bruggenkate et al. [125]	1998	Nicht zuordenbar	ja	n.a.	12 bis 84	126	6	3,5	68	253	7	97,2 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Hollow Cylinders ITI, 2-part, Grade IV pure titanium plasma-sprayed Hollow screws ITI, 2-part, Grade IV pure titanium plasma-sprayed Solid screws ITI, 2-part, Grade IV pure titanium plasma-sprayed	TPS	146	62	42	3	
							6	4,1	94	253	7	97,2 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.			9	7	-	-	
Becker et al. [106]	1999	Prospektive Studie	nein	47	72	n.e.	8,5	3,75	16	24	0	100,0 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark	maschiiert	4	4	-	-	
							8,5	5	4	4	0	100,0 %	0	100,0 %	10	90,9 %	10	90,9 %			84	26	26	26	
Lekholm et al. [110]	1999	Prospektive Studie	nein	n.a.	120	n.e.	10	4	29	150	6	79,3 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark	maschiiert	20	9	-	-	
							10	5	11	6	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %			1	1	5	5	
Bahat et al. [16]	2000	Retrospektive Studie	nein	n.a.	120	n.e.	7	5	5	7	3	40,0 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark self tapping Brånemark self tapping conical	maschiiert	2	2	5	5	
							7	3,75	92	101	6	93,5 %	6	93,5 %	23	88,1 %	23	88,1 %			70	22	74	74	
Brocard et al. [37]	2000	Longitudinal-Studie	nein	n.a.	12 bis 84	n.e.	10	4	14	207	0	100,0 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	ITI	TPS	12	2	49	49	
							7	3,75	49	84	2	94,3 %	2	94,3 %	1	87,5 %	1	87,5 %			35	8	8	8	
Deporter et al. [123]	2000	Prospektive Studie	ja	11,1	n.a.	16	8,5	3,75	3	3	0	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	Endopore Innova Toronto	rau gesinnete Oberfläche	9	3	3	3		
							10	3,75	193	207	23	88,1 %	23	88,1 %	5	95,8 %	5			95,8 %	118	118	66	66	
Friberg et al. [114]	2000	Retrospektive Studie	ja	n.a.	1 bis 168 (14)	49	10	5	11	210	1	90,9 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark Brånemark Brånemark Bonelift Bonelift	maschiiert maschiiert maschiiert SLA Surface SLA Surface	3	11	13	13	
							10	3,75	13	2	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %	0	100,0 %			92,3 %	92,3 %	247	31	8
Stellingsma et al. [101]	2000	Retrospektive Studie	ja	77	0 bis 60 (6)	17	10	3,75	17	24	8	88,2 %	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	Brånemark Brånemark Brånemark Bonelift	maschiiert maschiiert maschiiert SLA Surface	17	17	7	7	
							10	4,1	7	7	16	85,1 %	16	85,1 %	31	93,5 %	31	93,5 %			90,3 %	90,3 %	248	480	248

Autor	Jahr	Ausschlusskriterien angegeben?	Raucher	Männlich	Weiblich	Antibiotische Maßnahmen	Präimplantation	Sofortimplantation	Frühimplantation	Spätimplantation	Anzahl Chirurgen	Knochenqualität	Torque-Angabe	Drehzahl	Einheilung	Zeitpunkt Freilegung	Zeitpunkt definitiver prothetischer Vers.	Erfolgskriterien nach	Besonderheiten	Einheilphasen (Monate)	Protokoll	Bemerkungen
van Steenberghe et al. [19]	1990	- Knochenangebot mindestens für Impl. 7mm x 3,75 - Alkohol / Drogenabhängigkeit - Administrative Probleme	n.e.	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	0	partiell	meist Spätimplantation (mehr als 5 Jahre Zahntlos)	9	n.e.	n.a.	n.a.	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	- Studie mit kurzen und langen Implantaten	n.a.	n.a.	Zahntlos
Triplett et al. [99]	1991	n.a.	n.a.	7 Männer 30-78 Jahre alt	21 Frauen 30-78 Jahre alt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	3-10 Monate (Durchschnitt 4,75 Monaten)	Nach 2 Wo. Postop. Prothesen können z dann weiche Kost Freilegung 3 bis 10 Monate nach OP	Eigene Kriterien: - klinische Stabilität - funktionale Erfüllung - keine Beeinträchtigung des Patienten - k. Suppuration - k. Infektion - k. radiolog. perimplantären Auffälligkeiten	n.a.	n.a.	n.a.	keine
Jemt et al. [18]	1993	n.a.	n.a.	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Mittlere Qualität KQ 3	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	- Studie mit kurz und lang-Implantaten	n.a.	n.a.	Alles Einzelstehende Restaurationen
Jemt et al. [100]	1993	n.a.	n.a.	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	- Studie mit kurz und lang-Implantaten	n.a.	n.a.	keine
Nevins et al. [102]	1993	- unbehandelte Parodontitis	n.a.	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	UK: 3 Monate OK 6 Monate	n.a.	Albrektsson	- Studie mit kurzen und langen Implantaten	n.a.	n.a.	keine
Eikeldt et al. [103]	1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	6 Monate	nach Freilegung Abument	1. BOP 2. Plaque 3. Calculus 4. Implant Stability 5. Ästhetik -> gut bis schlecht 4 Stufen	n.a.	n.a.	n.a.	keine Einzelzahnversorgung
Higuchi et al. [108]	1995	- <7 mm Residualknochenhöhe	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	0	100%	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	gedeckt	n.a.	n.a.	n.a.	- Studien mit kurzen und langen Implantaten	n.a.	n.a.	keine
Jemt et al. [80]	1995	n.a.	n.a.	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Mittlere Qualität KQ 3,3-3,4	n.a.	n.a.	gedeckt	5-14 Monate	3,5 Wochen nach Freilegung	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	- Alle Personen Zahntlos
Ten Bruggenkate et al. [125]	1998	- systemische Erkrankungen - Endokarditis / KHK - Metallversträrkte Prothesen - Alkohol / Drogenabhängigkeit	n.a.	n.e.	n.e.	Ja	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	4 Monate	n.a.	eigene Kriterien (s. Studie)	n.a.	n.a.	n.a.	keine
Becker et al. [106]	1999	- Diabetes - KHK - Starke Raucher	< Starke Raucher nehmen Teil, nicht quantifiziert	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	100%	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	Oberkiefer: 6 Monate Unterkiefer: 4-5 Monate	Oberkiefer: 6 Monate Unterkiefer: 4-5 Monate	n.a.	n.a.	4-5	Nach Freilegung Abument und x-ray	n.a.	- nur posterior implantiert
Lekholm et al. [37]	1999	n.a.	n.a.	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	6	Mittlere KQ 3	n.a.	n.a.	gedeckt	n.a.	n.a.	Albrektsson	n.a.	n.a.	n.a.	keine
Bahat et al. [16]	2000	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.e. (ausgeglichen keine Relevanz auf statistisches Ergebnis)	<40	n.a.	gedeckt	6 Monate	3-8 Monate provisorische Versorgung nach Freilegung -> volle Belastung nach 9-14 Monaten	n.a.	n.a.	n.a.	kurz + lang	
Brocard et al. [37]	2000	- unbehandelte systemische Erkrankungen	ja, ohne Einschränkungen	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	0	0	100%	10	n.e.	n.a.	n.a.	gedeckt	6 Monate	> 6 Monate	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	- kurz und lang
Depaeter et al. [123]	2000	- PA unkontrolliert - chronische Sinusitis	nein	n.e.	n.e.	Empfohlen	Interne Sinusitis Blutige Ossa	0	0	100%	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	6 Monate	7 Monate	n.a.	Alle Implantationen erfolgen mit Intra-Operativ (inkl. BIO Ossa)	n.a.	n.a.	keine
Erling et al. [114]	2000	n.a.	n.a.	4	45	n.a.	n.a.	0	0	100%	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	3-4 Monate	>3-4 Monate	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	keine

Stellingsma et al. [101]	- Restbeziehung - Augmentative Maßnahmen - Implantate - Radiatio im Kopfbereich	n.a.	3	14	kein	keine	0	0	100%	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Transgingival ITI Benefit 3 Patienten	3 Monate	2 Wochen nach Freilegung	Eigene Kriterien (s. Studie)	4 interforaminäre	n.a.	n.a.	keine
Shauwaert et al. [43]	n.a.	n.a.	n.e.	n.e.	n.a.	partiell	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Gedeckt	OK: im Mittel 6,8 Monate UK: im Mittel 4,6	OK: im Mittel 6,8 Monate UK: im Mittel 4,6	Eigene Kriterien: - PTW >= +8 - Perimplantäre Radioluzenz - Implantat mit Schmerz / Infektion / Parästhesie / Fraktur - unversorgbare Implantate (atrogene)	Schwerpunkt auf Prothetik, nicht auf Implantatverluste	n.a.	n.a.	keine
Wintler et al. [15]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	n.a.	n.a.	Eigene Kriterien (s. Studie)	n.a.	n.a.	n.a.	keine
Deporter et al. [121]	- Nichtraucher und gute generelle Verfassung - unkontrollierte systemische Erkrankungen - unkontrollierte Parodontitis - unkontrollierter Diabetes - Schwangerschaft - Brukismus - > 10 Zigaretten pro Tag	nein	8	16	ja	n.a.	0	0	100%	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	3 Monate	4 Monate	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	- Porous surface
Testori et al. [113]	- unkontrollierte systemische Erkrankungen - unkontrollierter Diabetes - Schwangerschaft - Brukismus - > 10 Zigaretten pro Tag	ja, im Mittel 10,7 Zigaretten / Tag	n.e.	n.e.	n.a.	keine	0	0	100%	n.a.	n.e.	n.a.	n.e. allerdings kontrolliert	n.a.	n.a.	transgingival	n.a.	2 Monate nach Setzung des Implantats	Eigene Kriterien (s. Studie)	n.a.	n.a.	n.a.	kurz + lang
Cochran et al. [126]	- systemische Erkrankungen - Risikofaktoren - Alkohol und Drogenabhängigkeit - unbehandelte Parodontitis - etc. (Details s. Studie)	ja, bis 15 Zigaretten pro Tag	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	>6	Klasse 1-4 aber für die einzelne Länge n.e.	35	n.a.	n.a.	n.a.	transgingival	KQ 1-3: 42-63 Wochen KQ 4: 84-105 Wochen	KQ 1-3: 42-63 Tage nach Impl. KQ 4: 84-105 Tage nach Impl.	n.a.	n.a.	n.a.	keine	
Farrigno et al. [120]	- 14 Kriterien s. Studie	ja, bis 15 Zigaretten pro Tag	n.e.	n.e.	ja	Augmentati on bei Bedarf	0	0	100%	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	UK: 3 Monate OK: 6 Monate	UK: >3 Monate OK: >6 Monate	Mombelli & Lang Buser	n.a.	n.a.	n.a.	keine
Testori et al. [115]	- systemische Erkrankungen - Immundefizienz - unkontrollierter Diabetes - Osteoporose - Rauchen > 10 am Tag - Schwangerschaft - Radiatio im Kopfbereich - < 12 Monate - Brukismus - Knochenaugmentation	ja, bis 10 Zigaretten pro Tag	n.e.	n.e.	n.a.	keine	0	0	100%	4	Einteilung in drei Kategorien (dense, normal, soft)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	OK: 6 Monate UK: 4 Monate	2 Wochen nach Freilegung	Eigene Kriterien (s. Studie)	n.a.	n.a.	n.a.	keine
Gerlini et al. [105]	- Schlechte MH - Unkontr. PA - Unkontr. Diabetes - Brukismus - > 10 Zig. / Tag	ja, bis 10 Zigaretten pro Tag	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4	n.a.	32	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	UK: 4 Monate OK: 6 Monate	15 d nach Freilegung	Albrektsson	n.a.	n.a.	n.a.	keine
Tawil et al. [113]	- unbehandelte Parodontitis	n.a.	45	66	n.a.	keine	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	KQ 1 = 1,1% UK KQ 2 = 29,4% UK KQ 3 = 59,5% OK/UK KQ 4 = 10% OK/UK	<=40 Nm bei 93,52% der Fälle	n.a.	n.a.	256 gedeckt 13 transgingival	4 Monate UK 4-6 Monate OK	4 Monate UK 4-6 Monate OK	n.a.	die meisten Implantate im posterioren Bereich	n.a.	n.a.	n.a.	keine
Fugazzotto et al. [104]	- Chemo & Radiatio < 12 Monate - Bisphosphonate i.V. - Diabetes unkontrolliert - schlechter Allgemeinzustand - systemische Erkrankungen - unkontrollierter Parodontitis - psychologische Probleme	n.a.	n.e.	n.e.	ja	Prä-Augmentati on Maßnahmen möglich aber > 8 Monate vor Implantatio n	0	0	100%	>=4	n.a.	35	n.a.	n.a.	gedeckt	n.a.	n.a.	n.a.	Albrektsson	- Patienten dürfen die Prothese nicht in Funktion tragen	n.a.	n.a.	keine

Griffin et al. [105]	2004	- systemische Erkrankungen oder Immunsuppression - unkontrollierter Diabetes - Osteoporose o.ä. - Schwangerschaft - Radiation im Kopfbereich < 24 Monate	ja	68	109	ja	interer Sinusit partielle Intraoperativ	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.e.	kontrolliert	gedeckt	3 Monate	n.a.	Buser	n.a.	n.a.	n.a.	keine	Steri Oss HA-Coated endosseous, Nobel Biocare
Nedir et al. [122]	2004	- unkontrollierter Diabetes	ja, 20,1 % Raucher	n.e.	n.e.	n.a.	1,7% der Gesamtpatienten. Rückschlüsse auf Kurzimplantate n.e.	Partiell	Partiell	Partiell	Partiell	2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Einheilphase TPS/MA 3,9 Monate/ TPS / MX 4,5 Monate/ SLA/MA 2,3 Monate/ SLA/MA 2,5 Monate	n.a.	Buser und Cochran	n.a.	n.a.	n.a.	keine	
Renouard et al. [107]	2005	n.a.	n.e.	30	55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.e. allergisch kontrolliert	transgingival	n.a.	n.a.	3-6 Monate	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	keine	
Afin et al. [129]	2006	- Diabetes Mellitus - Alkoholisimus - Systemische Immunerkrankungen - Schwangerschaft - Parodontitis (unbehandelt)	- Raucher nicht ausgeschlossen aber aufgeklärt	n.e.	n.e.	partiell	kein	0	0	100%	1	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	gedeckt	3-5 Monate	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	keine	
Bischof et al. [124]	2006	- Endokarditis - Diabetiker - Systemische Erkrankungen - Aktive Chemotherapie - Bestrahlung im Kopfbereich - Psychosomatische Erkrankungen	ja, ohne Einschränkungen	n.e.	n.e.	ja	erfolgt notwendig	0	0	100%	2	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	gedeckt	3,7 Monate Durchschnitt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	keine	- nur WN Implantate nach Trisi & Rao angeben - Kurz + Lange Implantate
Jemt et al. [127]	2006	nein	ja, ohne Einschränkungen	n.e.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	gedeckt	6-9 Monate	2-6 Wochen nach Freilegung	Albrektsson	n.a.	n.a.	n.a.	keine	
Misch et al. [65]	2006	n.a.	n.a.	69	204	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	240 Implantate --> transgingival 505 Implantate --> gedeckt	Einheilphase 4 Monate	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	- alle Implantate posterior gesetzt	
Romero et al. [118]	2006	- Alkohol / Drogenabhängigkeit - Radiation Kopfbereich - Systemische Erkrankungen - Chemotherapie < 1 Jahr - unkontrollierter Diabetes - Parodontitis - schlechte MH - schlechtes Kronen / Implantat-Verhältnis - Insuffizienz	n.a.	61	68	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	gedeckt	UK: 3-4 Monate OK: 4-6 Monate	3-6 Monate nach Implantation	Albrektsson + Roos	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Oberflächen falsch angeben, summieren nicht auf 265 Implantate auf, sondern ergeben 275 Implantate bei Oberflächlichen SLA/TPS. Fehler ist nicht Teil und nicht Teil 151 statt 141 TPS Oberflächen
Degidi et al. [119]	2007	- hohes Maß an Bruxismus -> 20 Zigaretten am Tag - Alkohol - Bestrahlung Kopfbereich - aktive Chemotherapie - Systemerkrankung - Immunsupprimierte Pat. - Schwangerschaft - Autoimmunerkrankung - Schlechte MH	ja, bis 20 Zigaretten pro Tag	75	58	n.a.	n.a.	36	97	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	transgingival	transgingival	Sofort-Belastung, 24 Wochen später definitive Versorgung	Angegeben (s. Studie)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	nur kurze Implantate	

Malo et al. 2007 [116]	- Immunologische Erkrankungen - Brukismus - Stress-Situationen - Emotionale Instabilität - Pat. Mit unrealistischen ästhetischen Vorstellungen	n.a.	68	169	ja	Augment. Bei Bedarf	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	min 32ncm	n.a.	gedeckt oder transgingival	n.e.	Bei 23 Implantaten mit provisorischer Prothese erfolgte Solorbelastung	Eigene Kriterien: - klinische Stabilität - funktionale Erfüllung - keine Beeinträchtigung des Patienten - k. Suppuration - k. Infektion - k. radiolog. perimplantären Auralfälligkeiten	n.a.	n.a.	- 99 % Erfolg im Unterkiefer - 92 % Erfolg im Oberkiefer
Anitua et al. 2008 [111]	n.a.	ja, ohne Einschränku ngen	n.e.	n.e.	ja	partiell	n.a.	n.a.	2	n.a.	45-60	50 rpm	364 transgingival 168 gedeckt	n.a.	n.a.	n.a.	- das Implantat wurde mit PRGF benutzt	n.a.	keine	
Fugazotto et al. [130]	- Chemo & Radiatio < 12 Monate - Erythematose i.V. - Diabete kontrolliert - schlechter Allgemeinzustand - > 10 Zigaretten	ja, bis 10 Zigaretten pro Tag	n.e.	n.e.	n.a.	Augmentati on bei Bedarf	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	n.a.	n.e.	Albrektsson	n.a.	n.a.	keine	
Grant et al. 2009 [172]	n.a.	nicht aus- geschlossen	35	89	n.a.	teilweise partiell zweizeilige Vorgehen.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	gedeckt	3-5 Monate	Innerhalb von 3 Monaten nach Freilegung ist prothetische Versorgung erfolgt.	Evidenz selbst definiert: - Osseointegration nach Freilegung und zervikaler Knochenverlust perimplantär von < 1 mm nach dem ersten Jahr und 0,1mm für jedes Folgejahr	eine Ausnahme: Sofortbelastung bei einem Patienten	3 bis 6 Monate Freilegung < 9 Monate dann prothetisch e Versorgung	keine	
Anitua et al. 2010 [132]	- systemische Erkrankungen - Drogenabhängig	ja, 20,9% Raucher	183 Männer -> 27,7 % Männer	478 Frauen -> 72,3 % Frauen	ja	n.a.	n.a.	n.a.	2	n.a.	45-60	50 rpm	gedeckt	n.a.	n.a.	n.a.	- das Implantat wurde mit PRGF benutzt	n.a.	keine	

Tab. 6.2 Studententabelle (Teil 2)

Studie	Jahr	Nr.	Anzahl Verluste	Länge	Durchmesser	Implantat-Typ	Knochenqualität Typ	Implantat-Oberfläche	Oberfläche genau	Raucher?	Geschlecht	Lokalisation	Position	Prothetisch versorgt?	Monat des Verlustes	Ø des Verlustes	Torque	Grund des Verlustes			
van Steenberg et al. [19]	1990	1 bis 3	3	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	OK (MX)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		4 bis 19	15	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Mobilität, 11 Monate nach fester prothetischer Versorgung	
		1	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	UK (MA)	A	ja	<24	<24	n.a.	n.a.	Mobilität, 15 Monate nach fester prothetischer Versorgung	
		2	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	UK (MA)	A	ja	<24	<24	n.a.	n.a.	UK Fraktur	
		3	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	UK (MA)	A	nein	<5	<6	n.a.	n.a.		
		4	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	UK (MA)	A	ja	60	<60	n.a.	n.a.		
		5	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	UK (MA)	A	ja	60	<60	n.a.	n.a.		
		6	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	UK (MA)	A	ja	60	<60	n.a.	n.a.		
		7	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	UK (MA)	A	ja	60	<60	n.a.	n.a.		
		8	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	UK (MA)	A	ja	60	<60	n.a.	n.a.		
		1	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	n.a.	n.a.	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
		2	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	n.a.	n.a.	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
		3	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	UK (MA)	n.a.	n.a.	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
		4	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	UK (MA)	n.a.	n.a.	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
		5	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	UK (MA)	n.a.	n.a.	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Nevins et al. [102]	1993	1	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		2	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		3	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		4	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		5	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		6	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		7	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		8	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	ja	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		9	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	ja	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		10	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	ja	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		11	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	ja	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		12	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	ja	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		13	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		14	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
		15	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
Ekefeldt et al. [103]	1994	1	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschmiert	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<12	<12	n.a.	n.a.			

Higuchi et al. [108]	1	1	7	4	Bränemark	3	Glatt	Maschniert	n.a.	n.a.	n.a.	<24	n.a.	n.a.
	2	1	7	4	Bränemark	3	Glatt	Maschniert	n.a.	n.a.	n.a.	<24	n.a.	n.a.
	3	1	7	3,75	Bränemark	3	Glatt	Maschniert	n.a.	n.a.	n.a.	<24	n.a.	n.a.
	4	1	7	3,75	Bränemark	3	Glatt	Maschniert	n.a.	n.a.	n.a.	<24	n.a.	n.a.
	3	1	7	3,75	Bränemark	3	Glatt	Maschniert	n.a.	n.a.	n.a.	<24	n.a.	n.a.
	4	1	7	3,75	Bränemark	3	Glatt	Maschniert	n.a.	n.a.	n.a.	<24	n.a.	n.a.
	5	1	10	3,75	Bränemark	3	Glatt	Maschniert	n.a.	n.a.	n.a.	<24	n.a.	n.a.
	8	1	10	3,75	Bränemark	3	Glatt	Maschniert	n.a.	n.a.	n.a.	<24	n.a.	n.a.
Jemt et al. [80]	1 bis 78	78	7	4,1	Bränemark	n.a. (im Schnitt schlecht)	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<36	n.a.	n.a.
	1	1	6	4,1	ITI/SS	n.a.	Rau	TPS	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	Infektion
ten Bruugenka te et al. [125]	2	1	6	4,1	ITI/SS	n.a.	Rau	TPS	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	Infektion
	3	1	6	4,1	ITI/SS	n.a.	Rau	TPS	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	Infektion
	4	1	6	4,1	ITI/SS	n.a.	Rau	TPS	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	Infektion
	5	1	6	4,1	ITI/SS	n.a.	Rau	TPS	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	Infektion
	6	1	6	4,1	ITI/SS	n.a.	Rau	TPS	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	Infektion
	7	1	6	4,1	ITI/SS	n.a.	Rau	TPS	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	Infektion
	8	1	6	4,1	ITI/SS	n.a.	Rau	TPS	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	Infektion
	9 bis 11	3	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	UK (MA)	n.a.	<4	n.a.	Mobilität, Einzellkone
Becker et al. [106]	12 bis 13	2	10	3,75	Bränemark	2	Glatt	Maschniert	n.a.	UK (MA)	n.a.	<4	n.a.	Stegkonstruktion, Infektion
	14	1	6	5	Bränemark	2	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	15 bis 17	3	10	4	Bränemark	2	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	19 bis 20	3	7	5	Bränemark	2	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	1	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	UK (MA)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	2	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	UK (MA)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	3	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	UK (MA)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	4	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	UK (MA)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
Lekholm et al. [110]	5	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	6	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	7	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	8	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	9	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	10	1	7	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<4	n.a.	n.a.
	11	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<36	n.a.	Fraktur
	12	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<40	n.a.	n.a.
	13	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<40	n.a.	n.a.
	14	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<40	n.a.	n.a.
	15	1	10	3,75	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<40	n.a.	n.a.
	Bahat et al. [16]	16	1	7	4	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<40	n.a.
17		1	7	4	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<40	n.a.	n.a.
18		1	10	4	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<40	n.a.	n.a.
19		1	10	4	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<40	n.a.	n.a.
20		1	10	4	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<40	n.a.	n.a.
21		1	8	5	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<40	n.a.	n.a.
22		1	10	5	Bränemark	n.a.	Glatt	Maschniert	n.a.	OK (MX)	n.a.	<40	n.a.	n.a.

Testori et al. [113]	2001	1	1	8,5	5	Osseotite (3i)	2-3	Rau	Dual Thermo acid etched HCl/H2SO4	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	ja	8	<12	n.a.	Mobilität		
		2	1	10	3,75	Osseotite (3i)	4	Rau	Dual Thermo acid etched HCl/H2SO4	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<2	<4	n.a.	Mobilität		
Cochran et al. [126]	2002	3	1	10	5	Osseotite (3i)	4	Rau	Dual Thermo acid etched HCl/H2SO4	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<2	<4	n.a.	Mobilität		
		1	1	8		ITI	4	Rau	TPS	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	nein	n.a.	n.a.	n.a.	Keine Osseointegration		
		2	1	8		ITI	2-3	Rau	TPS	n.a.	n.a.	UK (MA)	A	nein	<12 aber >6	<12	n.a.	n.a.	Keine Osseointegration	
		1	1	8	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<24 aber >6	<24	n.a.	n.a.		
		2	1	8	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<24 aber >6	<24	n.a.	n.a.		
		3	1	8	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<48 aber >6	<48	n.a.	n.a.		
		4	1	8	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<60 aber >6	<60	n.a.	n.a.		
		5	1	8	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<72 aber >6	<72	n.a.	n.a.		
		6	1	10	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<12 aber >6	<12	n.a.	n.a.		
		7	1	10	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<24 aber >6	<24	n.a.	n.a.		
Femigno et al. [120]	2002	8	1	10	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<24 aber >6	<24	n.a.	n.a.		
		9	1	10	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<48 aber >6	<48	n.a.	n.a.		
		10	1	10	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<48 aber >6	<48	n.a.	n.a.		
		11	1	10	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<48 aber >6	<48	n.a.	n.a.		
		12	1	10	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<60 aber >6	<60	n.a.	n.a.		
		13	1	10	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<60 aber >6	<60	n.a.	n.a.		
		14	1	10	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<72 aber >6	<72	n.a.	n.a.		
		15	1	10	3,3 bis 4,1	ITI	n.a.	Rau	TPS	n.a.	n.a.	n.e.	n.a.	ja	<84 aber >6	<84	n.a.	n.a.		
		Testori et al. [115]	2002	1	1	7	5	Osseotite (3i)	4	Rau	Dual Thermo acid etched HCl/H2SO4	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	11,2	<12	n.a.	Mobilität, vor Belastung (preloading)
				1	1	10	3,75	Osseotite (3i)	n.a.	Rau	Dual Thermo acid etched HCl/H2SO4	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	nein	<6	<12	n.a.	Nach Freilegung (early failure)
		Gadini et al. [117]	2003	2	1	10	3,75	Bränemark	2	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	ja	n.a.	n.a.	40	Fraktur, Kennedy Klasse I (beidseits verkürzte Zahnreihe)/1 Patient
				3	1	10	3,75	Bränemark	2	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	ja	n.a.	n.a.	40	
				4	1	10	5	Bränemark	3	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	ja	n.a.	n.a.	40	1 Patient
				5	1	10	5	Bränemark	3	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	ja	n.a.	n.a.	40	
				6	1	10	5	Bränemark	3	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	ja	n.a.	n.a.	40	unbekannte Ursache
7	1			10	5	Bränemark	4	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	nein	n.a.	n.a.	40	Early loading/1 Patient		
8	1			7	4	Bränemark	3	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	ja	n.a.	n.a.	40			
9	1			8,5	5	Bränemark	3	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	ja	n.a.	n.a.	40			
10	1			7	4	Bränemark	3	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	ja	n.a.	n.a.	40			
11	1			7	3,75	Bränemark	3	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	ja	n.a.	n.a.	45	Osteoporose/1 Patient		
Fugazzotto et al. [104]	2004	12	1	7	3,75	Bränemark	3	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	UK (MA)	P	ja	n.a.	n.a.	40	Überhitzung beim Einbringen/1 Patient		
		1	1	8	4,1	Straumann SLA	n.a.	Rau	TPS / SLA	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	ja	<72	<72	n.a.	n.a.		
		2	1	8	4,1	Straumann SLA	n.a.	Rau	TPS / SLA	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	ja	<84	<84	n.a.	n.a.		
		3	1	8	4,8	Straumann SLA	n.a.	Rau	TPS / SLA	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<12	<12	n.a.	n.a.		
		4	1	8	4,8	Straumann SLA	n.a.	Rau	TPS / SLA	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<12	<12	n.a.	n.a.		
		5	1	8	4,8	Straumann SLA	n.a.	Rau	TPS / SLA	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<12	<12	n.a.	n.a.		
		6	1	8	4,8	Straumann SLA	n.a.	Rau	TPS / SLA	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	ja	<24	<24	n.a.	n.a.		
		7	1	8	4,8 WN	Straumann SLA	n.a.	Rau	TPS / SLA	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<12	<12	n.a.	n.a.		
		8	1	8	4,8 WN	Straumann SLA	n.a.	Rau	TPS / SLA	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<12	<12	n.a.	n.a.		
		9	1	8	4,8 WN	Straumann SLA	n.a.	Rau	TPS / SLA	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<12	<12	n.a.	n.a.		
Nediri et al. [122]	2004	10	1	8	4,8 WN	Straumann SLA	n.a.	Rau	TPS / SLA	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	ja	<24	<24	n.a.	Mobilität, Spätverlust, VN		
		1	1	10	n.e.	ITI	2-3	Rau	SLA	n.a.	nein	UK (MA)	P	ja	15,2	<24	n.a.	keine Primärstabilität, kleine MO		
Renaud et al. [107]	2005	1	1	7	4	Bränemark bovacee	2-3	Rau	TiUnite	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<2	<4	n.a.	n.a.		
		2	1	7	3,75	Bränemark machined	04. Jan	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<1	<4	n.a.	n.a.		
		3	1	7	5	Bränemark machined	2-3	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	nein	<6	<6	n.a.	n.a.		
		4	1	8,5	5	Bränemark machined	2-3	Glatt	Maschliert	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	ja	<9	<12	n.a.	n.a.		

Adfo et al. [129]	5	1	8,5	5	Brenemark machined	4	Glatt	Maschinert	n.a.	n.a.	OK (MX)	P	ja	<8	<12	n.a.	n.a.
	1	1	6	n.a.	Straumann	4	Rau	SLA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	nein	<4	5,4	n.a.	Vor Freilegung
	2	1	6	n.a.	Straumann	4	Rau	SLA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	nein	<4	5,4	n.a.	Vor Freilegung
Bischof et al. [124]	3	1	8	n.a.	Straumann	n.a.	Rau	SLA	n.a.	Männl.	UK (MA)	n.a.	nein	<1	5,4	n.a.	Vor Freilegung
	1	1	6	4,8	IMZ	4	Rau	TPS Gestrahtl u. Geätzt	ja	Weibl.	OK (MX)	P	nein	2,1	<4	n.a.	Keine Primärstabilität, Mobilität
	2	1	8	4,8	IMZ	4	Rau	TPS Gestrahtl u. Geätzt	n.a.	Weibl.	OK (MX)	P	nein	0,7	<4	n.a.	Keine Primärstabilität, Mobilität
	3	1	8	4,8	IMZ	2-3	Rau	TPS Gestrahtl u. Geätzt	n.a.	Weibl.	OK (MX)	P	ja	27	<36	n.a.	Keine Primärstabilität, Mobilität
	4	1	10	4,1 und 6,5	IMZ	2-3	Rau	TPS Gestrahtl u. Geätzt	n.a.	Weibl.	UK (MA)	P	ja	15,2	<24	n.a.	Überbelastung
5	1	10	4,1 und 6,5	IMZ	2-3	Rau	TPS Gestrahtl u. Geätzt	n.a.	Weibl.	UK (MA)	P	ja	8,4	<12	n.a.	Mobilität	

Grant et al. [112]	2009	1	1	8	3,5 oder 4,3 oder 5 oder 6	Bränemark	n.a.	Rau	TiUthite	ja	n.a.	UK (MA)	P	nein	<9	<12	n.a.	Implantate 1 bis 3 in einem Patient. Brucker, starker Raucher, Zweizeitig vorher erfolgte Augmentation mittels Pro Osteon						
																			2	3	4	5	6	7
Anhus et al. [132]	2010	1	1	8,5	3,75	BTI	4	Rau	Mikrorau Säuregeätzt	nein	Weibl.	OK (MX)	P	ja	7	<12	n.a.	Schlechte Knochenqualität						
		2	1	8,5	3,75	BTI	4	Rau	Mikrorau Säuregeätzt	nein	Weibl.	OK (MX)	P	ja	5	<6	n.a.	Schlechte Knochenqualität						
		3	1	7	4	BTI	n.a.	Rau	Mikrorau Säuregeätzt	nein	Weibl.	OK (MA)	P	ja	1	<4	n.a.	pushed out with the tongue						
		4	1	8,5	4	BTI	4	Rau	Mikrorau Säuregeätzt	ja	Weibl.	OK (MA)	P	ja	5	<6	n.a.	Schlechte Knochenqualität						
		5	1	8,5	4,5	BTI	4	Rau	Mikrorau Säuregeätzt	nein	Weibl.	OK (MX)	P	ja	4	54	n.a.	Schlechte Knochenqualität + Sinus Lift						
		6	1	8,5	4,5	BTI	n.a.	Rau	Mikrorau Säuregeätzt	nein	Weibl.	OK (MA)	P	ja	4	54	n.a.	Exzessiver Torque						
		7	1	8,5	4,5	BTI	2-3	Rau	Mikrorau Säuregeätzt	nein	Weibl.	UK (MA)	P	ja	9	<12	n.a.	Knochenqualität Klasse II						
		8	1	8,5	5	BTI	2-3	Rau	Mikrorau Säuregeätzt	nein	Männl.	UK (MA)	P	ja	3	<4	n.a.	Knochenqualität Klasse III						
		9	1	8,5	5	BTI	4	Rau	Mikrorau Säuregeätzt	nein	Weibl.	OK (MX)	P	ja	8	<12	n.a.	Knochenqualität Klasse IV						
		10	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				
		11	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		12	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		13	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		14	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		15	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		16	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		17	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		18	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		19	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		20	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		21	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		22	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		23	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		24	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		25	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			
		26	1	<10	n.e.	n.a.	Bicon	n.a.	Rau	TPS	TPS	n.a.	n.e.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.			

Tab. 6.3 Verlusttabelle mit Darstellung aller ermittelten Verluste

7. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Frau Privatdozentin Dr. med. Dr. med. dent. Rita Depprich, leitende Oberärztin der Klinik für Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Universität in Düsseldorf, für die freundliche Überlassung des Themas, die mehr als kompetente fachliche Betreuung, die vielen hilfreichen Anregungen, die große Mühe bei der Durchsicht der Arbeit und nicht zuletzt für ihre, anscheinend unermüdliche Geduld.

Für die Übernahme des Zweitgutachtens bin ich Professor Dr. med. dent Frank Schwarz sehr dankbar.

Ein sehr herzlicher Dank gilt meinen Eltern, meiner Großmutter und meiner Familie die alle auf ihre Weise zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Im Besonderen möchte ich mich bei meinem Vater bedanken ohne dessen immerwährende Hilfe mir mein Studium nicht möglich gewesen wäre.

Meinem Mann Christoph möchte ich meinen liebsten Dank aussprechen, da er mich immer in allen Lebenslagen unterstützt und für mich da ist.

8. Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass die Dissertation selbständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erstellt worden ist und die hier vorgelegte Dissertation nicht von einer anderen Medizinischen Fakultät abgelehnt worden ist.

Nadine Gräfin von Krockow

Köln, den