

Aus der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer-, und Plastische Gesichtschirurgie
des Universitätsklinikums Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. Dr. med. dent. Alexander Kübler



Implantation von enossalen Bone-Lock®-Implantaten
bei zahnlosen und teilbezahnten Patienten.
Langzeituntersuchungsergebnisse über einen 10-jährigen Studienverlauf.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der medizinischen Fakultät
der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Vorgelegt von
Tanja Gerhardt
aus Grettstadt

Würzburg, Juli 2009

Referent: Prof. Dr. Dr. Alexander Kübler

Koreferentin: Prof. Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer

Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 02.02.2010

Die Promovendin ist Zahnärztin.

*Diese Arbeit widme ich meinen Kindern Belinda und Kim
sowie meinem Opa Walter, der immer für mich da ist und stets voller Stolz
daran geglaubt hat, dass ich all meine Ziele erreichen und gestartete Projekte
auch erfolgreich abschließen werde.*

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Geschichtlicher Rückblick in die zahnärztliche Implantologie	2
3. Begriffsdefinitionen	6
4. Prinzipien der Behandlungsplanung	7
4.1. Patientenevaluation	7
4.2. Abklärung des Lokalbefundes	7
4.3. Voraussetzungen, Indikationen und Kontraindikationen zur Implantatsetzung	8
4.3.1. Grundvoraussetzungen	9
4.3.2. Systemische Kontraindikationen	9
4.3.3. Relative Kontraindikationen	10
4.3.4. Temporäre Kontraindikationen	10
4.3.5. Selektionskriterien, um lokale und systemische Kontraindikationen auszuschließen	10
5. Grundprinzipien eines Implantatsystems	14
5.1. Langzeiterfolgskriterien	14
5.2. Ziele der Implantologie	14
5.3. Grundvoraussetzungen für die Implantologie	15
5.4. Orientierende Implantateinteilung	15
5.4.1. Implantatlage	15
5.4.2. Implantatform	15
5.4.3. Implantatmaterial	15
5.4.4. Einheilungsmodus	15
5.4.5. Bedeckung	16
5.4.6. Belastungsmodus	16
5.4.7. Kiefersituation	16
5.4.8. Prothetische Versorgung	16
6. Vorgehensweise bei einer Implantatinsertion	17
6.1. Allgemeine Aspekte zur Implantologie	17
6.2. Anamnese und präoperative Diagnostik	17
6.3. Therapieplanung	20
7. Material und Methode	22

7.1.	Grafische Darstellung des Patientengutes	22
7.2.	Zielsetzung	31
7.3.	Statistische Auswertung der dokumentierten Daten	32
7.4	Untersuchungsparameter	36
7.4.1.	Hygieneindex	36
7.4.2..	Sulkusblutungsindex	37
7.4.3..	Gingivaindex	38
7.4.4.	Taschensondierungstiefe (TST)	39
7.4.5	Breite der keratinisierten Mukosa	40
7.4.6	Manuelle Mobilitätsprüfung	41
7.4.7.	Klopfschall	42
7.4.8.	Periotest	42
7.4.9.	Radiologische Untersuchung	44
7.4.9.1.	Art des radiologischen Verfahrens	45
7.4.9.2.	Röntgenintervalle	47
7.4.10.	Kontrolle der okklusalen Verhältnisse und Kontrolle der Passung	48
7.5.	Bewertung der Parameter	50
8.	Ergebnisse	51
8.1.	Erfolgsbeurteilung der Implantate	51
8.2.	Erfolgsquote des Bone-Lock®-Systems in einem Beobachtungszeitraum von 10 Jahren	53
8.3.	Resultate der periimplantären Parameter	65
8.3.1.	Hygieneindex	65
8.3.2.	Sulkusblutungsindex	66
8.3.3	Gingivaindex	68
8.3.4.	Taschensondierungstiefe	69
8.3.5.	Breite der keratinisierten Mukosa	71
8.3.6.	Manuelle Mobilitätsprüfung	71
8.3.7.	Klopfschallbeurteilung	72
8.3.8.	Periotest	73
8.3.9.	Radiologische Überprüfung	74
8.3.10.	Kontrolle der Suprakonstruktion und Okklusion	75
8.4.	Zusammenhang zwischen verschiedenen Indizes	75
9.	Diskussion	77
9.1.	Zielsetzung und Methoden der Erfolgsbewertung	77
9.2.	Erfolgsquote des Bone-Lock®-Systems	80

9.2.1.	Erfolgsquote differenziert nach Indikation	83
9.2.2.	Erfolgsquote differenziert nach Implantatlängen	83
9.2.3.	Erfolgsquote differenziert nach Durchmessern	84
9.2.4.	Erfolgsquote differenziert nach Geschlecht	85
9.3.	Periimplantäre Parameter bei der Erfolgsbewertung	85
10.	Zusammenfassung	89
11.	Nachwort	90
12.	Literaturverzeichnis	91

1. Einleitung

In der Zahnheilkunde wird der Wunsch nach ansprechender Ästhetik und der dafür in Kauf genommene Aufwand im 21. Jahrhundert zunehmend größer. Mit diesem Wunsch wachsen auch die Mittel und chirurgischen Möglichkeiten zur Erlangung guten Aussehens, insbesondere durch ästhetischen Zahnersatz. Auch wenn die bewährten prothetischen Versorgungskonzepte durch die Therapiemöglichkeiten mit enossalen Implantaten keineswegs überflüssig wurden, dient diese relativ junge zahnmedizinische Disziplin doch als qualitätssichere Alternative der Patientenversorgung.

Nicht nur das Anspruchsdenken, auch der Wissensstand vieler Patienten wird durch Informationsaustausch und Medien gesteigert, was eine ständig wachsende Nachfrage an implantologischen Versorgungen nach sich zieht. Damit verbunden steigt auch die Anzahl an Implantatsystemen, die auf den Markt gebracht werden. Daher ist es für jeden heute praktizierenden Zahnarzt eine Notwendigkeit, sich mit dem Einsatz der implantologischen Methoden auseinander zu setzen und dem Patienten so kompetenter Ansprechpartner und Behandler zu sein.

Da jedoch bei der Vielzahl der angebotenen Systeme, sowohl leicht der Überblick verloren geht, als auch häufig ungenügende Qualität angeboten wird, hat der Würzburger Professor Reuther ein praktikables und übersichtliches Implantatsystem mit der Bezeichnung Bone-Lock® entwickelt. Ziel der vorliegenden Studie sollte es sein, die Nachuntersuchungen von Patienten, die mit dem enossalen Bone-Lock®-System versorgt wurden, über einen 10-Jahres-Zeitraum hinsichtlich diverser erhobener Parameter zu dokumentieren und auszuwerten.

2. Geschichtlicher Rückblick in die zahnärztliche Implantologie

Bereits im 6. Jahrtausend vor Christus wurde nach Angaben einiger Autoren u. a. *Marziani*⁶⁶ die zahnärztliche Implantologie in ihrer frühen Form entwickelt. A. + E. *Brinkmann*¹⁶.

Der Ersatz von Zähnen durch Knochen bzw. Maiskörner in mythologischen Schöpfungsgeschichten der Quiche-Indianer⁵ 7 n. Chr. könnte als erste alloplastische Implantation gedeutet werden.

Den mittelamerikanischen Mayas sagte man bereits Ausübungen diverser implantologischer Techniken nach, was durch den Fund eines Obsidian-Implantates in einer Maya-Mandibula aus Honduras belegt wird. Konkret wurde in einem archäologischen Grab auf der Playa de los muertos im Uloa Valley von Honduras das erste weltgeschichtlich bekannte Implantat entdeckt. In einem großen Unterkieferfragment ersetzte man 3 verloren gegangene Incisivi durch künstliche Zähne aus der Schale doppelschaliger Molluske. Die ursprüngliche Annahme, dieses Schalensubstitut wäre post mortem implantiert worden, konnte mittels radiografischer Untersuchungen vom brasilianischen Zahnmediziner *Amadeo Bobbio*¹³ widerlegt werden. Seine Erkenntnisse publizierte er 1972 im „Bulletin of the History of Dentistry“. Ihm gelang der Nachweis, dass alle Implantate im gefundenen Kiefer osseointegriert und somit schon zu Lebzeiten eingefügt worden waren. Das Kieferfragment stammte von einer etwa 20 Jahre alten Maya-Frau, die im 7. nachchristlichen Jahrhundert lebte.

Abb. 1: Kieferfragment mit Molluskeimplantaten



Das Unterkieferfragment, 1931 auf einer Hochebene in Honduras gefunden, stammt von einer etwa 20-jährigen Maya-Frau aus dem 7. nachchristlichen Jahrhundert und weist 3 Einzelzahnimplantate im Frontzahnbereich auf.

Photo N31901, Peabody Museum, Harvard University



Der brasilianische Professor Amadeo Bobbio publizierte 1972 im „Bulletin of the History of Dentistry“ den sensationellen Fund und wies radiologisch nach, dass die aus den Schalen einer Molluske gefertigten Implantate osseointegriert waren.

Photo S10458b, Peabody Museum, Harvard University

Im 17. Jahrhundert war es zum Ersatz fehlender Zähne, neben dem Einsatz der Materialien Holz, Elfenbein und Knochen, üblich, dass Untertanen ihrer Herrschaft die eigenen Zähne in einem schmerzhaften Transplantationsprocedere zur Verfügung stellen mussten. Ebenso war es eine makabere wie gängige Praxis von Zahnräubern, sich an am Galgen baumelnden Gehenkten zu bedienen.

Vom königlichen Hofzahnarzt von Friedrich II, *Phillipp Pfaff*⁹, liegt eine Abhandlung aus dem Jahr 1756 vor, welche ausführlich die Transplantation soeben extrahierter Zähne in die vorbereitete Alveole eines anderen Patienten beschreibt.

Schon hier wird ausführlich auf anatomische Gegebenheiten, implantologische Vorzüge gewisser Mundregionen sowie die erforderliche Operationshygiene und postoperative Nachsorge eingegangen.

*John Hunter*⁴⁷ beschreibt 1771 in seinem Werk „The natural History of the human Teeth“ den Versuch, einen frisch extrahierten Zahn in einen aufgrund seiner üppigen Vaskularisierung gut geeigneten Hahnenkamm einzufügen, was tatsächlich unter Gefäßanschluss geglückt sein soll.

Im Handbuch der zahntechnischen Kunst mit dem Originaltitel: „Manuel d'art dentair“ von *Maggiolo*⁶⁴ werden 1809 die ersten ernst zu nehmenden enossalen alloplastischen Implantationsversuche geschildert. Ein konisches Goldrohr wird in einer Alveole versenkt, apikal mittels einer vierarmigen Krallen fixiert und schließlich mit einem Stifzahn versehen.

In weiteren Versuchen wurden neben Gold Materialien wie Silber und Platin von *Harris*⁴³ 1887, Iridium und Porzellan von *Waiser*¹⁰⁷ 1885, das Zelluloid Lithoid von *Frantzen*³⁴ 1889 und *Frank*³³ 1891, Elfenbein von *Schneider*⁸⁹ 1937, Vitallium von *Strock*⁹⁹ 1939 sowie Kautschuk und Gummi zum Einsatz gebracht, jedoch ohne langfristigen Erfolg zu beschieren.

Als die nicht oxidierenden Metalle und Legierungen wie Kobalt, Chrom, Molybdän und Stellite Anwendung in der Zahnmedizin fanden, wurden diese auch als implantationsfähige Materialien verwendet.

Neben diversen Werkstoffen variierten auch die Implantatformen von tauchsiederförmigen Konstruktionen bei *Formiggin*³² 1947, *Zepponi*¹¹⁶ 1955 und *Perron*⁷⁸ 1957 über verästelte Baumstumpfformen bei *Lee*⁵⁹ 1959 und Gewinde mit Extensionsbügel, deren Design an Wildfallen erinnert bei *Lehman*⁶⁰ 1959.

Als der Beginn des modernen Zeitalters der Implantologie wird das Jahr 1948 angegeben, als die beiden Amerikaner *Goldberg und Gershoff*³⁶ erstmals ein subperiostales Implantat einsetzten, welches vom Schweden *Dr. Gustav Dahl*²¹ entwickelt wurde. Dieses konnte sich jedoch wegen einer hohen Misserfolgsrate durch Infektionen nicht am Markt etablieren.

In den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde von *Scialom*⁹² Tantal als Nadelimplantat bzw. bei Verwendung mehrerer Exemplare als Di- oder Triplant verwendet. Dies wurde ausführlich von *Ackermann*^{1,2} 1966+ 1969 beschrieben.

Ganze Nadelstraßen wurden von *Pruin*^{80,81} 1971-1974 eingesetzt und ähnlich der heute gängigen Stegkonstruktionen mit einem Metallbarren verbunden, um darauf mittels Schlaufen Prothesen zu befestigen.

Eine völlig neue Implantatdimension wurde mit *Linkow's*⁶¹ Veröffentlichung „The Blade Vent“ 1968 der Öffentlichkeit präsentiert. Damit wurde die Ära der Blattimplantate eröffnet, für deren Anwendung sich auch etliche andere Autoren aussprachen wie *Grafelmann*^{37,38,39,40,41} 1970, 1980, 1981, 1985, 1988, 1991; *Brandt*¹⁴ 1970, 1980, 1985; *Myska*⁷² 1989; *Schlegel*^{87,88} 1984, 1989; *Brinkmann*¹⁷ 1987; *Geyer*³⁵ 1981; *Koch*⁵⁴ 1974; *Peppmeier*⁷⁷ 1990; *Takacs*¹⁰⁰ 1992 und *Wörle*¹¹³ 1989. Diese unterlagen recht bald einem stetigen Wandel in Oberflächenbeschaffenheit, Design und Struktur sowie der Basisgestaltung.

Der Orthopäde *Per-Ingvar Brånemark*¹⁵ beobachtete in den 50er Jahren in Cambridge, dass sich zu Versuchszwecken in Kaninchen eingebrachtes Titan so eng mit dem Knochen verband, dass es nicht mehr entfernbar war. Die Erkenntnisse dieser und weiterer Untersuchungen veranlassten ihn dazu, über den Einsatz von Titan in der Hüft- und Knieendprothetik nachzudenken. Er erkannte aber, dass der Kieferknochen für Versuche und deren Kontrollen bzw. Dokumentationen viel leichter zugänglich war und entschied sich daher für die zahnärztliche Implantologie als Einsatzgebiet der Titanimplantate. 1965 führte *Brånemark*¹⁵, zu diesem Zeitpunkt Anatomieprofessor an der Universität Göteborg, seine erste orale Implantation mit einem zylinderförmigen Schraubenimplantat aus Titan an einem schwedischen Patienten durch.

Mit den Entwicklungen von *Lothar Kanth*⁵⁰ und seinen spannungsoptischen Untersuchungen von Extensionsimplantaten im Jahr 1976 galt es, auch eine Reihe von Forderungen zu beherzigen, die teilweise bis heute Gültigkeit behielten. Die Extensionsimplantate erzielten ihre Stabilität durch ihre flächenhafte Orientierung, wobei der Kaudruck auf eine große Fläche übertragen wird und somit transversal einwirkenden Kräften ein großer Widerstand entgegengesetzt wird. Zielsetzung aller Formmodifikationen war es, eine höchstmögliche Stabilität zu erlangen und die einwirkende Kaubelastung gewebeschonend auf die Knochenoberfläche zu verteilen. Im Jahr 1982 fand die Implantologie als Therapieform Anerkennung in der deutschen Gesellschaft zahnmedizinischer Krankheiten = DGZMK.

Seit 2005 werden auch Suprakonstruktionen auf Implantaten, die bislang reine Privatleistung waren, im Rahmen des Festzuschussystems der Krankenkassen finanziell teilerstattet.

3. Begriffsdefinitionen nach *de Gruyter*²³

Die Übersetzung des Wortes aus dem Lateinischen *implantare* = einpflanzen, legt schon die Begriffsbedeutung des Wortes nahe: Zur Erfüllung einer Ersatzfunktion in Körpergewebe eingebrachtes lebendes Gewebe bzw. Organ, oder künstlich hergestelltes, chemisch stabiles Material, wie Metall oder Kunststoff, welches dort für einen begrenzten Zeitraum oder auch lebenslang verbleibt.

Das Implantat kann als plastischer Ersatz von körpereigenem Material bzw. zu dessen Verstärkung eingesetzt werden. Wie beispielsweise zur Stabilisierung bei komplizierten Knochenbrüchen Metallplatten integriert werden.

Je nach Positionierung im Gewebe wird die Bezeichnung unterschieden. Wird das Ersatzmaterial in den Knochen implantiert, definiert man das als *enossales Implantat*, wird es unter die Knochenhaut gepflanzt, spricht man vom *subperiostalen Implantat*.

Implantation in der Zahnheilkunde: Einpflanzung von Materialien mineralischer Herkunft oder eines Metallgerüsts unter die Schleimhaut des, in diesem Bereich, zahnlosen Kiefers zum Zwecke des Befestigens von Kronen und Brücken oder der Verankerung von Prothesen. Das Metallgerüst, früher aus Vitallium, Tantal, Co-Cr-Legierungen und Aluminiumoxidkeramik, heute aus Titan, wird entweder ausschließlich dem Kieferknochen aufgelagert, dann spricht man von einem *subperiostalen Dentalimplantat*, oder durch Knochenschrauben fixiert, was einem *enossalen Implantat* entspricht. Auch unterschieden werden offene Implantaten, die auch als *Halbimplantate* bezeichnet werden von geschlossenen Implantaten, auch *Vollimplantate* genannt. Diese beinhalten eine *transdentale* oder *transradikuläre* Fixation durch Stiftverbolzung oder *endodontische Stabilisation* mit einem, durch den Wurzelkanal bis in den Knochen reichenden Metallstift.. Bei den *Halbimplantaten* besteht ein dauernder offener Zugang zum Kieferknochen für Bakterien, Speichel und Detritus.

4. Prinzipien der Behandlungsplanung

4.1. Patientenevaluation

- Aufklärung über Nutzen und Risiken von Implantaten*
- Erwartungen und Wünsche des Patienten besprechen
- medizinische, zahnärztliche und soziale Anamnese
- orale und dentale Untersuchung
- Evaluation möglicher Implantatlokalisationen
- Erläuterung der Therapieoptionen

4.2. Abklärung des Lokalbefundes

- Anatomie des Kieferkammes
- Qualität und Dicke der Alveolarmukosa
- Röntgenbefund
- intermaxilläre Beziehungen
- Studienmodelle und Bissregistrierung
- evtl. computertomografische Aufnahme mit Kunststoffmodellerstellung

* In der Regel ist die Insertion von Implantaten als Elektivleistung zu sehen. Hierbei wird invasiver vorgegangen als bei zahnärztlichen Standardbehandlungen. Schon aus diesem Grund sind auch die Anforderungen an die präoperative Aufklärung und Diagnostik entsprechend höher, als bei konservativen zahnärztlichen Behandlungen. Die erforderliche Aufklärung über Nutzen und Risiken der Implantologie im Allgemeinen und insbesondere patientenbezogen umfasst die Behandlungsaufklärung, inklusive der Erläuterung über die Art, die Dauer und den Verlauf der Behandlung, die Risikoaufklärung über Gefahren, mögliche nachteilige Folgen, auch bei einem fehlerfreien Eingriff, sowie die Sicherungsaufklärung

bezüglich therapiegerechtem Verhalten des Patienten zur Sicherstellung des Behandlungserfolges.

Mindestens 24 Stunden vor Beginn der implantologischen Intervention muss der Behandler den Patienten darüber aufklären:

- weshalb aus der Sicht des Zahnarztes dieser Behandlung der Vorzug zu geben ist, vor einer Versorgung mit Brücken oder nicht implantatgetragenen Prothesen
Hierbei sind nochmals ausdrücklich und anschaulich die Vorteile der Implantatmethode und Vorteile der Behandlungsalternativen aufzuzeigen
- wie das geplante Therapiekonzept aufgegliedert ist
- ob und welche Notwendigkeiten und Maßnahmen zur Knochenaugmentation erforderlich sind
- welche potentiellen Risiken die Implantatbehandlung birgt z. B. Dislokation, Abstoßung, Periimplantitis, Implantatverlust
- wie hoch die Erfahrungswerte des geplanten Verfahrens sind
- wie hoch die zu erwartenden Kosten sein werden, auch im Vergleich zu herkömmlichen alternativen Behandlungsmethoden
- dass im Rahmen der Implantation und Einheilungsphase Missempfindungen, Nervenreizungen, Wundheilungsstörungen, Schwellungen und Schmerzen auftreten können

4.3. Voraussetzungen, Indikationen und Kontraindikationen zur Implantatsetzung

Um die angestrebte Behandlung erfolgreich durchzuführen, ist eine gründliche Abwägung und Erörterung der persönlichen und anatomischen Voraussetzungen mit dem Patienten, sowie eine kritische Auswahl des Patientengutes durch den behandelnden Arzt eine wesentliche Grundvoraussetzung. Absolute, allgemeingültige Richtlinien für verbindliche Indikationen und Kontraindikationen gibt es in der Literatur derzeit nicht. Auf der Internetseite der *DGZ*²⁴ sind lediglich Indikationsklassen vermerkt, deren Neubeschreibung von der Konsensuskonferenz jedoch nicht übernommen wurden, da diese Indikationsklassen nicht als feste Vorgaben anzusehen sind. Daher wird im Folgenden eine möglichst allgemeingültige Zusammenstellung diverser Voraussetzungen und Risiken zusammengefasst.

4.3.1. Grundvoraussetzungen

- perfekte Mundhygiene
- befriedigende anatomische Knochenvoraussetzungen in Masse und Dichte
- physische und psychische Gesundheit
- weitgehend abgeschlossenes Kieferwachstum bei Mädchen frühestens ab 15, Jungen ab 18
- keine Altersbegrenzung nach oben
- gute Compliance und Bereitschaft zu regelmäßigen Recalls

4.3.2. Systemische Kontraindikationen*

- reduzierte Immunabwehr und Leukozytendysfunktionen
- chronische und generalisierte aggressive Parodontitis
- Erkrankungen mit periodischem Gebrauch von Steroiden
- Störungen der Blutgerinnung inklusive medikamentöser Antikoagulation
- Neoplasien, die eine Chemotherapie bedingen
- unkontrollierbare endokrine Erkrankungen
- psychotische Erkrankungen
- Drogenabusus
- Nikotinabusus
- Osteoporose
- intravenöse Bisphosphonattherapie

4.3.3. Relative Kontraindikationen*

- vorbestrahlter Knochen
- nicht bzw. ungenügend eingestellter Diabetes Mellitus
- Bruxismus
- mangelnde Patientencompliance
- ungenügende Mundhygiene
- orale Bisphosphonattherapie

4.3.4. Temporäre Kontraindikationen

- akute oder chronische Entzündungen um das Implantatlager
- Stresssituationen
- Behandlungsfähige pathologische Mundschleimhautveränderungen / Kiefererkrankungen
- bestehende Schwangerschaft

4.3.5. Selektionskriterien, um lokale und systemische Kontraindikationen auszuschließen

- physiologische Wundheilungskapazität
- effiziente Mundhygiene
- ausreichendes Angebot an gesundem Kieferknochen oder Potential für Augmentationstechniken

* Bei einer von *Behneke et al.*⁸ 1998 durchgeführten Untersuchung an 35 Diabetes-Mellitus-Patienten, die im Unterkiefer interforaminär mit 129 Implantaten versorgt waren, lag zwar unter Insulintherapie während der Einheilphase eine etwas verstärkte Knochenresorption vor, jedoch zeigte sich im fünfjährigen Beobachtungszeitraum kein geringerer Erfolg bei den Diabetikern mit 94,9% Erfolgsrate gegenüber der Kontrollgruppe mit 91,6%, so dass das Vorliegen eines Diabetes mellitus nicht zwingend als Kontraindikation gelten sollte.

Eine 2001 von *Mengel et al.*⁶⁸ durchgeführte vergleichende Studie zwischen teilbezahnten Patienten mit chronischer Parodontitis und generalisierter aggressiver Parodontitis zeigt einen Fünfjahresimplantaterfolg von 100% bei chronischer Parodontitis gegenüber 89 % bei der aggressiven Form. Trotz dieser ermutigenden Zahlenlage kann eine Progression der Erkrankung nie ausgeschlossen werden, und zumindest die generalisierte aggressive Form der Parodontitis ist als Resultat der oben genannten Untersuchungen als hoher Risikofaktor anzusehen. Abweichend von diesen Beobachtungen wurde in einer Zehn-Jahres-Studie von *Karoussis et al.*⁵² 2003 nachgewiesen, dass Patienten mit einer parodontalen Vorgeschichte eine fünffach höhere Inzidenz einer Periimplantitis als parodontal Gesunde aufweisen. Im Rahmen der 2007 stattgefundenen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Parodontologie wurden die Ergebnisse der Konsensuskonferenz von Lindau vorgestellt. Danach lautet der erste implantologische Imperativ: Kein Implantat bei bestehender Parodontitis. Deshalb sollte es eine Selbstverständlichkeit sein, vor einer Implantatbehandlung die parodontalen Keime in den Taschen der noch vorhandenen natürlichen Bezahnung auf ein Minimum zu dezimieren, um auf diese Weise eine potentielle Kolonisation dieser Pathogene in der physiologischen, periimplantären Bakterienflora zu verhindern. Nicht zutreffend ist jedoch die Annahme, dass durch die Extraktion aller Zähne eine Reinfektion von Implantaten mit parodontalpathogenen Keimen vermieden werden könne. Die vorhandene Keimbesiedlung besteht selbst nach Eliminierung aller parodontalen Taschen weiter und überlebt in den oralen Nischen wie den Tonsillen, den papillären Zwischenräumen auf dem Zungenrücken und der buccalen Mukosa. In diesem Zusammenhang ist auch der, in der gleichen Konferenz postulierte zweite

implantologische Imperativ zu nennen: Möglichst im gesamten Mundraum die Keimzahl senken. Zum Erreichen dieses Ziels muss eine adjuvante antimikrobielle Behandlung mittels Chlorhexidin-Diglukonat-Spülungen, unterstützend zu den zahnärztlichen Keimreduktionsmaßnahmen schon im Rahmen der Implantationsplanung eingeleitet werden. Anzuraten ist hier ein mehrstufiges Konzept mit prä- und postoperativer Phase und regelmäßigen Kontrollen der bakteriellen Flora in der Erhaltungstherapiephase. Diese können bei den Recalluntersuchungen der Implantatpatienten mit durchgeführt werden.

Auch am, zum Zwecke der Tumortherapie, bestrahlten Kiefer wurde bei einem Kollektiv von 47 Patienten mit 197 Implantaten der Implantaterfolgszeitraum von *Grötz et al.*⁴² 1999 bestimmt. Da die Voraussetzungen hier ungleich schwerer sind als am tumorfreien Kiefer liegen auch die Erfolgsraten niedriger. Die Schwierigkeiten können bedingt sein durch eine Osteoplastik, durch Weichgewebersatz und die somit erschwerte Hygiene. Nach 2 Jahren liegen die Erfolgsraten unter erschwerten Bedingungen bei 85%, nach fünf Jahren bei 59%. Trotz dieser deutlich reduzierten Prognose stellt die kaufunktionelle Rehabilitation von Tumorpatienten mittels enossaler Implantate sowie der folgenden Integration der Suprakonstruktion ein wichtiges Hilfsmittel und eine wesentlich erhöhte Lebensqualität durch erhaltene Ästhetik und Kaufunktion mit einem positiv wirkenden psychologischen Faktor als Beitrag zur Genesung für den bestrahlten Patienten dar, so dass auch hier die Kontraindikation gegenüber dem Nutzen für den Patienten klar abgewogen werden muss.

Die generell negative Auswirkung von Nikotinkonsum auf den Gesamtorganismus sowie auf periimplantäres Hart- und Weichgewebe ist bekannt. Bereits in der Frühphase treten durch Wund- und Einheilungsstörungen um 3,7- bis 7,5-fach erhöhte Misserfolge als bei nichtrauchenden Implantatpatienten auf, wie von *Vockner*¹⁰⁸ 2001 festgestellt wurde. Durch die reduzierte Immunabwehr beim Raucher ist dieser einem erhöhten Periimplantitisrisiko ausgesetzt. Die Inhaltsstoffe des Tabakrauches: Nikotin, Teer, Nitrosamine, zyklische Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle, Zyanide, Kohlenmonoxyd, etc. schränken die körpereigene Immunabwehr enorm ein. Ebenso zeigen Untersuchungen an 452 Implantaten von *De Bruyn und Collaer*²² 1994 einen statistisch signifikanten Unterschied bei Implantatverlusten.

In dieser Studie wiesen Raucher eine Verlustrate von 9% auf, Nichtraucher jedoch nur 1%. Auch hier sollte eine gründliche Patientenaufklärung sowie Risikoabwägung vor eventueller Implantation durchgeführt werden.

Prognosestudien zum Einfluss weiterer systemischer Erkrankungen, wie Kollagenosen, Arteriosklerosen, Lupus etc., stehen in breitem Rahmen noch aus und sind daher als indikationseinstufende Abschätzung nicht mit einbezogen.

5. Grundprinzipien eines Implantatsystems

Die Grundlagen der Konzeption und Konstruktion eines erfolgreich inkooperierbaren endossalen Implantates wurden in Anlehnung an die Konsensus-Konferenz 1989 als Einschluss- und Ausschlusskriterien von *Reuther und Steveling*⁸² festgelegt und stützen sich auf folgende Faktoren:

- die Beachtung anatomischer und biologischer Grundlagen, am menschlichen Kiefer allgemein und an dem jeweiligen Implantationspatienten im Besonderen
- korrekte Indikationsstellung
- Erfahrung, Kenntnisse und Technik des Operateurs

5.1. Langzeiterfolgskriterien

- funktioneller Ersatz des verlorenen Zahnes
- keine Schädigung des Gesamtorganismus und der Implantatumgebung
- Erhalt der umgebenden anatomischen Strukturen: Gewebe, Nerven, Gefäße, Knochen, etc.
- Langlebigkeit des Implantatmaterials
- gute Zugänglichkeit und Reinigungsmöglichkeit
- adäquate Patientenbetreuung, Nachsorge und Hygieneanleitung
- Art und Zeitpunkt der Implantationsbelastung

5.2. Ziele der Implantologie

- Knochenstrukturerhalt durch Resorptionsverhinderung bzw. –verminderung
- Erhalt der Kaufunktion
- keine Zerstörung gesunder Zahnschubstanz, da kein Beschleifen zur Brückenversorgung nötig ist
- Vermeidung einer Prothese bei feststehend implantatgetragendem Zahnersatz
- Optimierung des Prothesenhaltes auf unzureichendem Kieferkamm bei Unumgänglichkeit von herausnehmbarem Zahnersatz
- ansprechende ästhetische Rehabilitation

5.3. Grundvoraussetzungen für die Implantologie

- körperliche und geistige Gesundheit des Patienten
- ausreichende Knochenquantität und –qualität im Implantationsgebiet
- weitgehend abgeschlossenes Kieferwachstum
- gute Mundhygiene
- optimal aufgeklärter Patient

5.4. Orientierende Implantateinteilung

5.4.1. Implantatlage

- intramuskulär
- subperiostal
- enossal

5.4.2. Implantatform

- Pfostenform: Schrauben, Zylinder, Nadeln
- Extensionsformen: Disks, Blätter

5.4.3. Implantatmaterial

- Keramik: Aluminiumoxid, Zirkonoxid, HA
- Metall: Titan, Tantal, Legierungen
- Kombinationen und Beschichtungen

5.4.4. Einheilungsmodus

- einzeitig
- zweizeitig: subgingival mit späterer Freilegung

5.4.5. Bedeckung

- offene Implantate
- geschlossene Implantate

5.4.6. Belastungsmodus

- sofortige Belastung durch Suprakonstruktion oder Provisorium
- spätere Belastung nach knöcherner Einheilung

5.4.7. Kiefersituation

- Ersatz von Einzelzähnen
- Schaltlückenschluss
- intermittierend lückiges Restgebiss
- Freiendsituation
- zahnloser Patient

5.4.8. Prothetische Versorgung

- festsitzende Suprakonstruktion: Krone
- bedingt festsitzende Suprakonstruktion: Brücke
- herausnehmbare Suprakonstruktion: Steg/ Teleskop/ Kugelkopf

6. Vorgehensweise bei einer Implantatinserktion

6.1. Allgemeine Aspekte zur Implantologie

Der chirurgischen Phase geht eine umfassende präoperative Diagnostik und Therapieplanung voraus. Diese soll möglichst mit einartikulierten Studienmodellen durchgeführt werden und kann heute teilweise sogar mittels Computertomografie oder digitaler Volumetomografie erstellten Aufnahmen und daraus resultierenden gefrästen Kunststoffkiefernachbildungen erfolgen.

Schwierigkeiten und Fehler in der Implantations- und im Speziellen in der prothetischen Phase können durch eine sorgfältige Abklärung und Fallplanung reduziert oder ganz vermieden werden. Implantatgestützte Prothetik ist integraler Bestandteil der restaurativen Zahnheilkunde. Daher muss sie dem Patienten bei jeder Behandlungsplanung als mögliche Alternative vorgestellt und konventionell prothetischen Restaurationen gegenübergestellt werden.

6.2. Anamnese und präoperative Diagnostik

Der Langzeiterfolg eines gesetzten Implantates hängt von vielen Faktoren ab. Einer der wichtigsten ist eine umfangreiche Abklärung der mentalen und gesundheitlichen Eignung des Patienten sowie der anatomischen Gegebenheiten im gesamten Mundraum und insbesondere in der geplanten Implantatregion. Die Analyse des Knochen- und Weichgewebelagers ist notwendig, um Implantationen erfolgreich in prothetisch günstiger Position durchführen zu können. Hierbei muss das lokale Schleimhautgewebe inspiziert und palpirt werden sowie die Struktur des Implantatlagerknochens qualitativ, quantitativ und morphologisch überprüft werden. Das mit dem bloßen Auge sichtbare und manuell palpierbare Ausmaß an Weichgewebe im geplanten Implantationsbereich entspricht weitgehend keratinisierter Gingiva. Das darunter liegende Hartgewebe, also die knöcherne Unterlage, verkleinert sich bei Verlust des Zahnes und der Zahnwurzel meist proportional zur Gingiva, womit diese Erhebung schon eine grobe Einschätzung über die Knochendicke zulässt. Als Mindestvoraussetzung für eine Implantation ohne vorherige Augmentationsmaßnahmen wird für den Unterkiefer ein vertikales Restknochenangebot von 8 mm bis 11 mm und eine Knochenbreite von mindestens

5 mm gefordert. Im Oberkiefer sollte ein ortsständiger vertikaler Knochenlevel von mehr als 10 mm und eine implantatumgebende Knochenstärke von allseitig je 1,5 mm vorhanden sein. Die Distanz zu den Nachbarzähnen soll mindestens 2 mm betragen und der interimplantäre Abstand soll nach Angaben von *Tarnow*¹⁰¹ immer größer als 3 mm sein. Ergänzend zur manuellen Palpation ist die transversale Ausdehnung der Schleimhaut mit einer skalierten Nadel oder einer Injektionskanüle mit aufgesetztem Messstopper bestimmbar. Die gewonnenen Messwerte können anschließend auf ein Sägeschnittmodell übertragen werden, womit dann die Knochenkontur und -dicke plastisch darstellbar sind. Anhand dieses Modells kann die Lokalisation, Dicke, Achsneigung und Anzahl der geplanten Implantate festgelegt werden oder bei unzureichender Knochenstärke noch notwendige Augmentationen initiiert werden. Mittels Augmentation von autologem oder synthetischem Knochenersatzmaterial gelingt es meist, ein ausreichend belastbares und gut dimensioniertes periimplantäres Knochenbett zur Optimierung der Insertionsmöglichkeiten zu schaffen. Mit Röntgenaufnahmen von der jeweilig geplanten Operationsregion können die Nervenverläufe und die Knochenstrukturen bestimmt, zweidimensional festgelegt und pathologische Veränderungen ausgeschlossen werden. Zur Dickenrelationsbestimmung werden bei Panoramaaufnahmen genormte Messkugeln auf die Schleimhaut aufgebracht und später am Bild anhand von Messschablonen mit Dreisatzberechnungen abgeglichen. Falls noch höhere Präzision erforderlich ist, können auch ergänzend computertomografische Aufnahmen oder DVT erstellt werden. Diese sind per se durch die dritte Dimension schon aussagekräftiger als Röntgenbilder, und anhand dieser Aufnahmen können dreidimensionale Modelle angefertigt werden. Hiermit wiederum kann man Bohrschablonen herstellen oder Probeimplantationen durchführen.

Abb. 2: Beispiel einer zahngetragenen Bohrschablone



Neben den oben angeführten anamnestischen Erhebungen sollte auch ein erweiterter Lokalbefund mit klinischer Inspektion und Palpation der oralen Gingiva und der Kaumusculatur sowie Untersuchung der Restdentition, Kiefergelenke und der Alveolarfortsätze erfolgen. Ebenfalls sollte hierbei die allgemeine Mundhygiene bewertet und besprochen werden, so dass der Patient bereits präoperativ auf nötige Optimierungsmöglichkeiten hingewiesen werden kann. Falls eine PA-Behandlung indiziert sein sollte, muss diese vor implantologischen Maßnahmen abgeschlossen sein. Anschließend an die Abdrucknahme und labortechnische Modellerstellung wird eine klinische Funktions- und Modellanalyse mit den schädelbezüglich einartikulierten Studienmodellen durchgeführt. Sollten hierbei Funktions- oder Artikulationsstörungen diagnostiziert werden, ist präimplantativ eine funktionelle Äquilibration erforderlich. Außer den hier beschriebenen diagnostischen Maßnahmen wie klinische Untersuchungen, radiologische Diagnostik und Planungsmodellerstellung, sind in seltenen Ausnahmefällen noch weitere Methoden erforderlich, um die Standarddiagnostik zu vervollständigen. Hier ist in erster Linie die Skelettszintigraphie als höchst sensitive Nachweismethode für pathologische Knochenveränderungen zu nennen. Sie kann indiziert sein bei Zustand nach Frakturen, Verdacht auf Pseudoarthrosebildung oder Metastasen, nach Radiatio, Osteomyelitis, Tumorsektion und Rekonstruktion ganzer Kieferabschnitte. Eine

laufende Therapie mit Bisphosphonaten sollte vor einer Implantation abgeschlossen werden.

6.3. Therapieplanung

Nach erfolgter sorgfältiger präoperativer Abklärung der optimalen Implantatposition anhand einartikulierter Studienmodelle sowie Planung der prothetischen Versorgung folgt, unter sterilen Bedingungen, die Operationsphase.

Die Operation wird im Regelfall in Lokalanästhesie durchgeführt. Bei ausgedehnteren Operationen oder Setzen ganzer Implantatstraßen kann in Ausnahmefällen der Eingriff auch unter Vollnarkose stattfinden. Nach anamnestischem Abklären der Verträglichkeit gelangt marktübliches Lokalanästhetikum wie Articain oder Ultracain zur Anwendung. Jetzt erfolgt mit einem Skalpell die Schnittführung durch die knochenbedeckenden Schleimhautschichten. Nach einer leicht palatinal-lingual geführten Kamminzision wird der Schnitt im Sulkus der benachbarten Zähne nach vestibulär und oral extendiert. Die geplante Implantationsregion wird nun inspiziert, wobei die effektiv vorhandene Kieferkambbreite gemessen und die Anatomie der vestibulären Knochenwand unter dem Mukoperiostlappen mit einem feinen Raspatorium ausgetastet wird. Präoperativ durchgeführte Messungen beinhalten stets die Knochenbreite bei vorhandener Gingivabedeckung. Die Position der Implantatschulter in vertikaler Richtung wird in Relation zu den Nachbarzähnen gewählt. Als Referenzhöhe dient, bei parodontal intakter Nachbarentition, die Schmelz-Zementgrenze. Die Implantatschulter soll im Regelfall etwa 2 mm apikal dieser imaginären Linie platziert werden. Lediglich bei Bone Level Implantaten liegt die Implantatschulter auf Knochenniveau.

Bei Vorliegen von knöchernen Unebenheiten wird nötigenfalls die Implantationsstelle geglättet, um eine korrekte vertikale Position zu erzielen. Eine Kürzung des approximal gelegenen Knochens darf aber nicht vorgenommen werden, da dieser zum Papillenerhalt wichtig ist. Im nächsten Schritt wird die Implantationsstelle mittels Bohrhilfe mit Parallelpins lokalisiert, dann mit einem feinen Rosenbohrer markiert und mit größer werdenden Rosenbohrern erweitert. Bei dieser Vorgehensweise ist gegebenenfalls eine leichte Korrektur zur Optimierung der Position durchführbar. Mit dem Vorbohrer wird die Tiefenpräparation weitergeführt und die Versenktiefe mit einer farbcodierten Tiefenmesslehre überprüft.

Da diese Phase von entscheidender Bedeutung zum Gelingen der Implantation ist, ist folgender Punkt zu beachten:

Der mit dem Vorbohrer angelegte Kanal bestimmt die definitive Achsrichtung des Implantates und sollte daher mit dem Ausrichtungsstift kontrolliert werden. In gleicher Instrumentenlänge bzw. Bohrtiefe wird nun ein innengekühlter Hohlfräser intermittierend bei 500-800 Umdrehungen pro Minute eingesetzt, um mittels dieser Technik die Implantatschulter in der gewünschten subgingivalen Lage zu positionieren. Zum korrekten Einbringen des Implantates kann der Eingang des Implantatbettes geringfügig mit einem Profilbohrer angeschrägt werden. Dies wird als countersinking bezeichnet. Diese Anschrägung trägt der leicht tulpenförmigen Erweiterung im Schulterbereich des Bone-Lock®-Implantats Rechnung. Das gebohrte Gewinde kann nochmals mit einem Handinstrument nachgearbeitet und schließlich das Implantat eingeschraubt werden. Dazu wird das Implantat mit dem Eindrehwerkzeug direkt aus der Sterilampulle entnommen, bis zur Tastbarkeit eines Widerstandes in die Knochenkavität eingeführt und nun, behutsam drehend, weiter in das Implantatbett eingebracht, bis der Kavitätenboden erreicht ist. Nach Einbringen des Implantates wird der bukkale/ vestibuläre Wundrand reponiert und die ästhetisch wichtigen Weichgewebe mit Interdentalpapillen exakt adaptiert. Danach wird mit Einzelknopfnähten sorgfältig vernäht. Diese dürfen nicht zu straff geknüpft werden, damit die Papillen und der Zahnfleischsaum erhalten bleiben. Zugbelastungen auf dem vestibulären Wundrand, die zum Ausreißen der Nähte führen und so den Verlust der Papillen verursachen könnten, sind ebenso zu vermeiden, wie die Auflage der Nahtverknüpfungen auf der Schnittführungsstelle. Nun findet eine postoperative Röntgenkontrolle statt. Diese wird im radiologischen Untersuchungsteil näher beschrieben. Nach sieben bis zehn Tagen erfolgt die Entfernung der Naht. Je nach anatomischen Gegebenheiten schließt sich eine Einheilphase von 3 – 6 Monaten an, auf die eine Freilegung des Implantates und die prothetische Versorgung folgt.

7. Material und Methode

7.1. Grafische Darstellung des Patientengutes

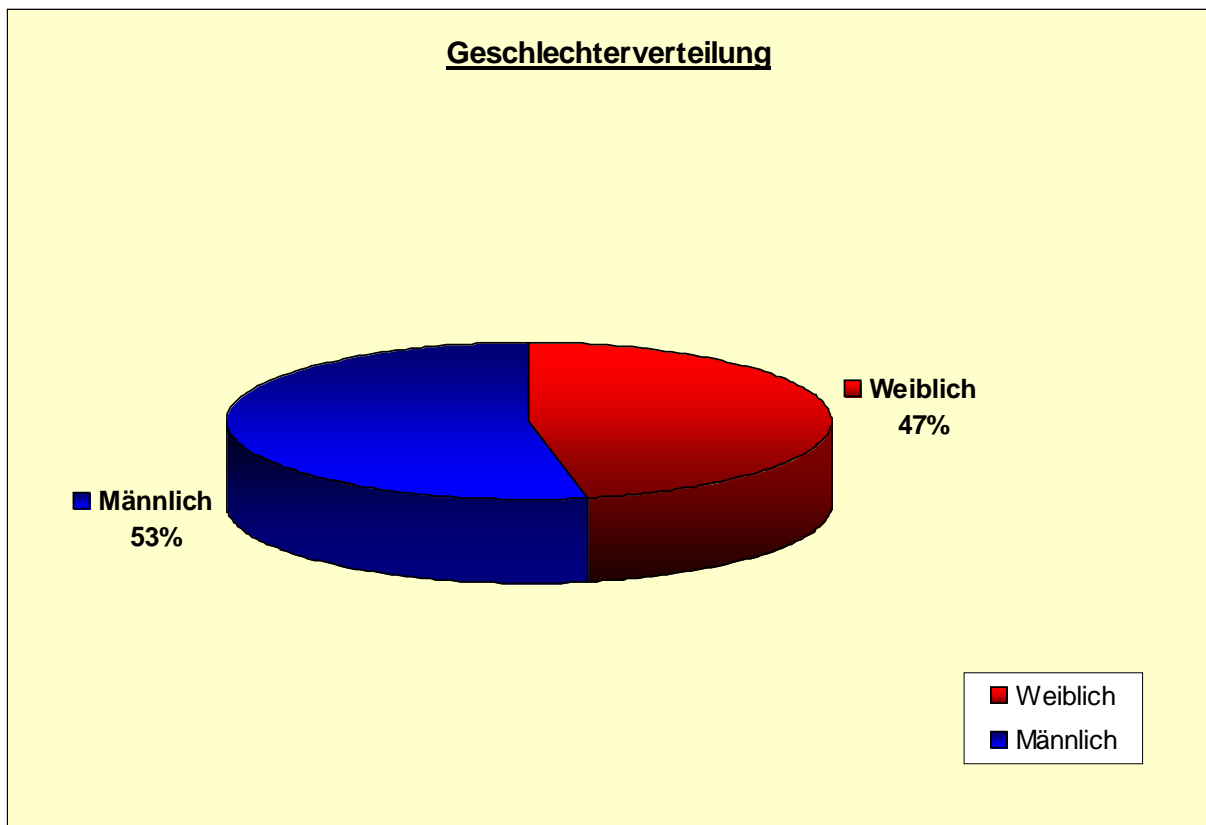
Das Patientengut dieser Studie wurde an der Abteilung für Mund-, Kiefer-, und Plastische Gesichtschirurgie mit Implantaten versorgt. Es setzt sich zusammen aus Tumorpatienten und zum Implantationszeitpunkt tumorfreien Patienten, welche in nachfolgenden Grafiken im Sinne der statistischen Vollständigkeit zahlenmäßig zusammengefasst wurden.

Im Zeitraum Juli 1988 bis Februar 1999 wurden 1144 Bone-Lock®-Implantate bei 339 Patienten inseriert.

Um die periimplantäre Situation und weitere orale Parameter zu beurteilen, wurden im Rahmen der Implantatnachsorge 339 Patienten an der Abteilung der für Mund-, Kiefer-, und Plastische Gesichtschirurgie der universitären Zahnklinik Würzburg zu Nachuntersuchungen einbestellt.

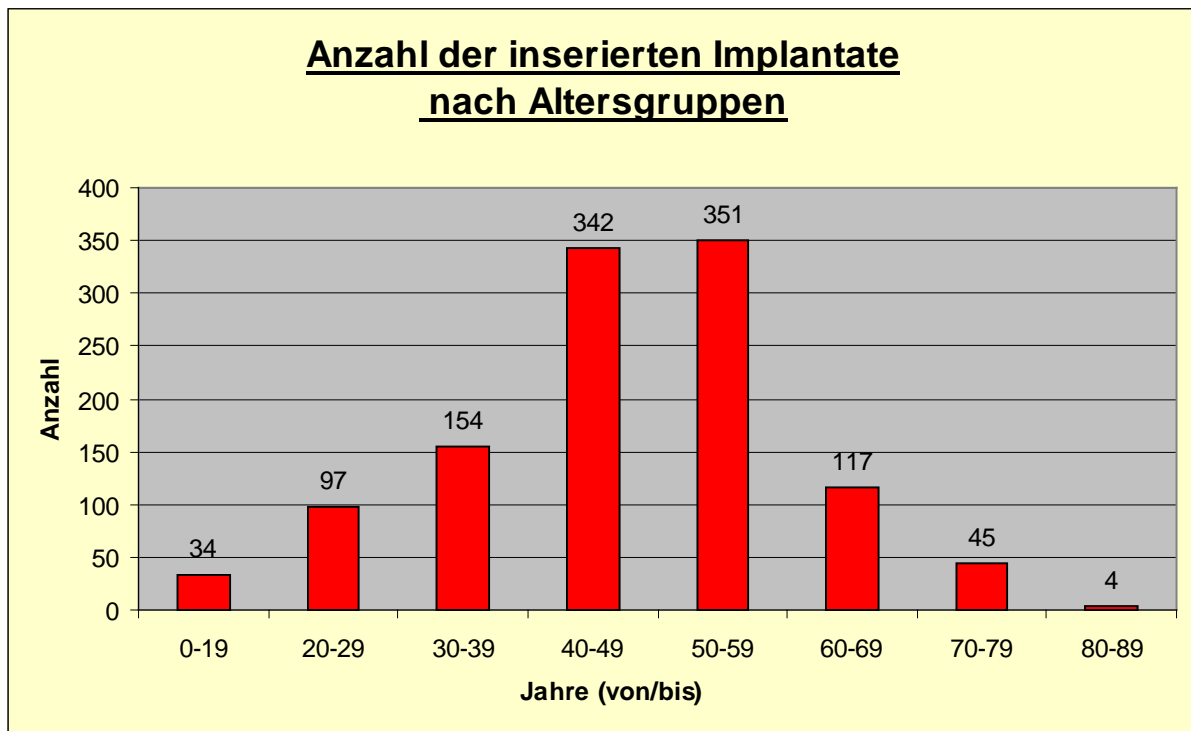
Die Relation der Anzahl männlicher zu weiblichen Implantatpatienten ist 180:159; Das entspricht einer prozentualen Aufteilung von 53% Männern : 47% Frauen.

Abb. 3: Darstellung der Geschlechterverteilung des untersuchten Patientengutes (n= 339)



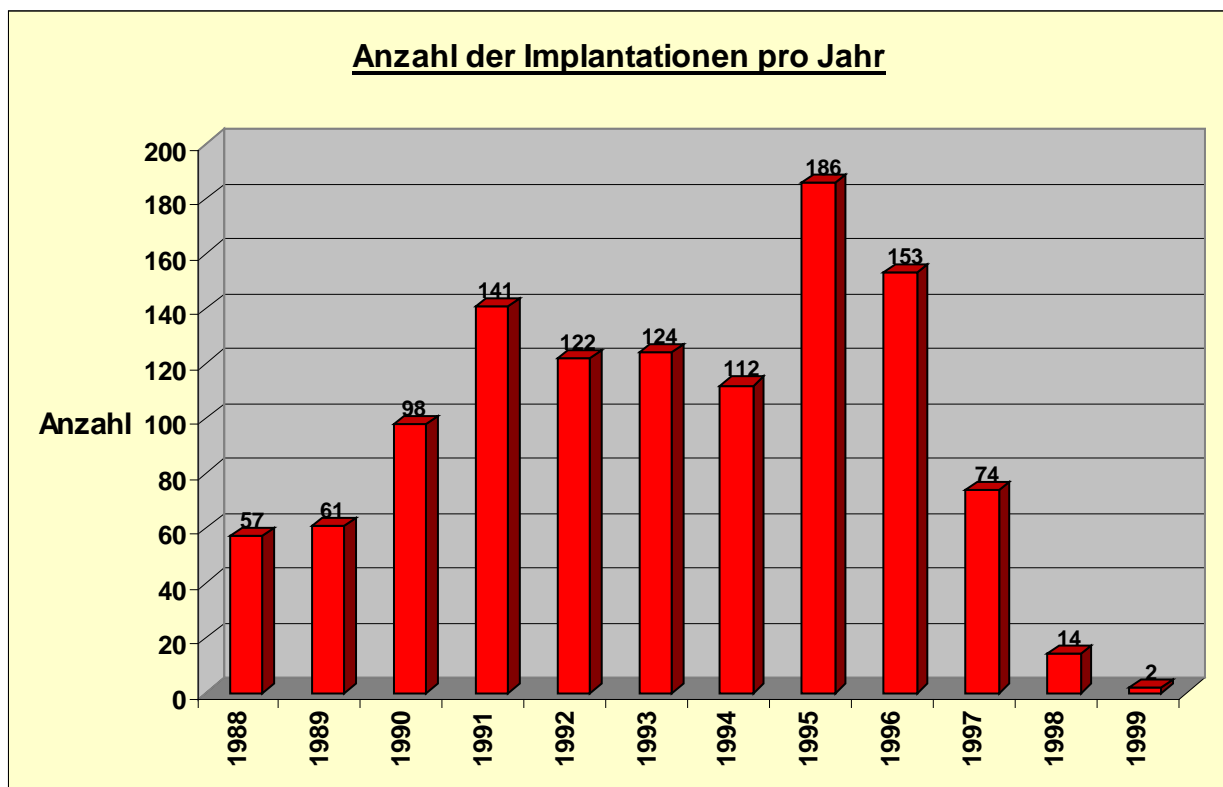
Das durchschnittliche Alter der behandelten Patienten betrug zum Implantationszeitpunkt bei den Männern 52,8 Jahre, bei den Frauen 50,1 Jahre. Der gesamte Altersmittelwert beider Geschlechter beträgt 51,5 Jahre. Die jüngste Patientin war knapp 16 Jahre alt, der älteste Patient 86 Jahre alt. Die männlichen Patienten waren im Mittel 2,5 Jahre älter als die Patientinnen. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant.

Abb. 4: Altersstruktur des Patientengutes



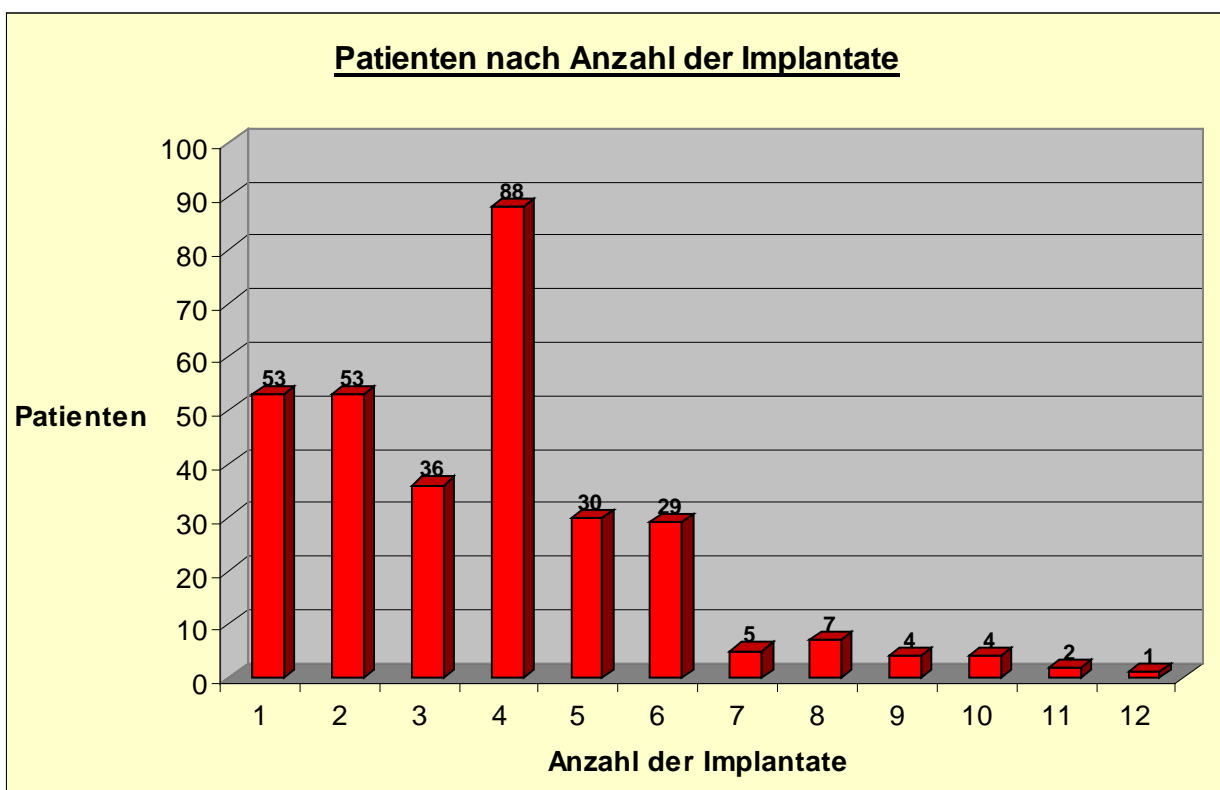
Zwischen Juli 1988 und Februar 1999 wurden insgesamt 1144 Bone-Lock®-Implantate inseriert. Die maximal inserierte Implantatzahl von 186 wurde im Jahr 1995 erreicht. Im Jahr 1998 war die während des Beobachtungszeitraumes minimale Anzahl von 14 Implantaten zu verzeichnen. Die noch kleiner erscheinende Anzahl des Jahres 1999 resultiert aus der Beobachtung über lediglich einen Zweimonatszeitraum. Eine weitere Ursache für den Rückgang der Anwendungszahlen des Bone-Lock®-Systems war die Veräußerung der Firma Leibinger an den Stryker-Konzern, der das System in dieser Form nicht weiter produzierte, sondern auf ein anderes System auswich.

Abb. 5: Anzahl der im jeweiligen Jahr inserierten Bone-Lock®- Implantate



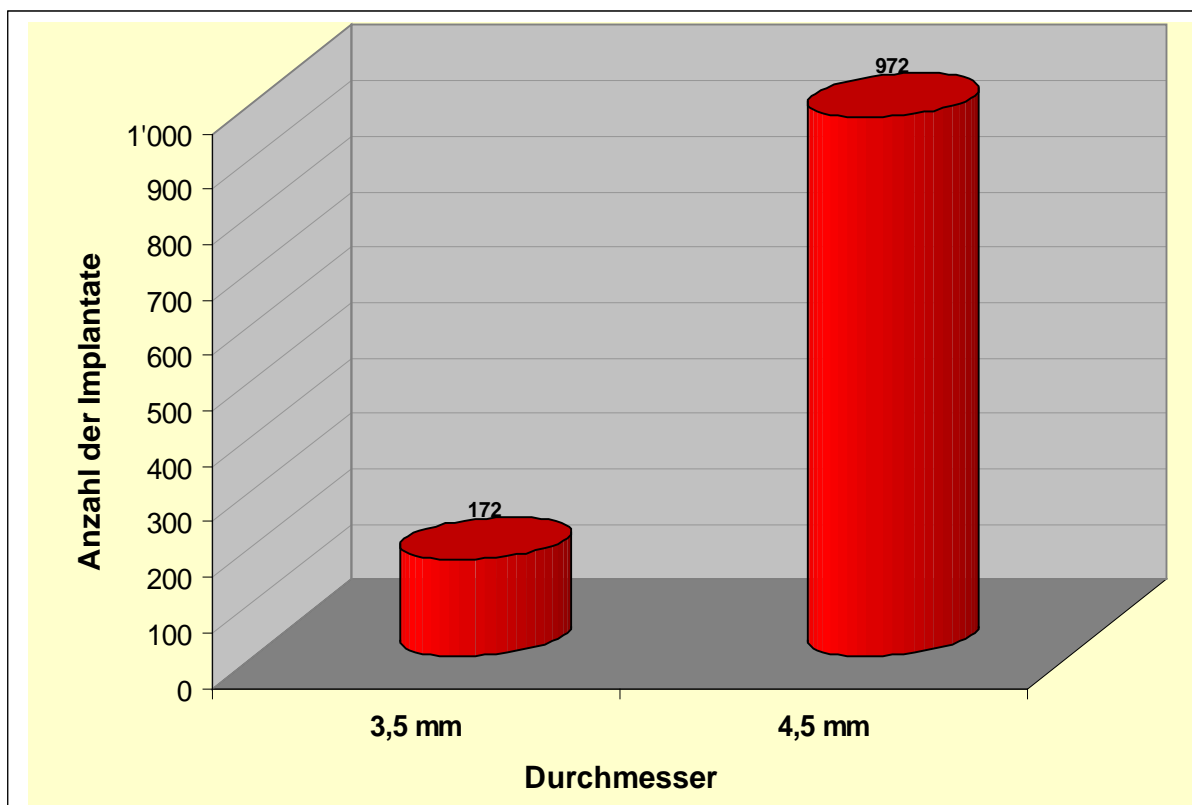
Hier ist die pro Patient inserierte Anzahl an Implantaten abzulesen. Die am einzelnen Patienten am häufigsten verwendete Implantatanzahl sind 4 im Kiefer verteilte Implantate, gefolgt vom Einzelzahnimplantat, zahlgleich mit 2 inserierten Implantaten. Die maximale Anzahl gesetzter Implantate am gleichen Patienten beläuft sich auf 12. Die Anzahl der inserierten enossalen Fixaturen pro Patient steigt mit zunehmendem Lebensalter an. Das heißt, je älter der Patient, desto mehr Implantate wurden ihm, statistisch gesehen, eingesetzt.

Abb. 6: Anzahl der Patienten mit Zuordnung der jeweiligen Implantatanzahl (n= 1144)



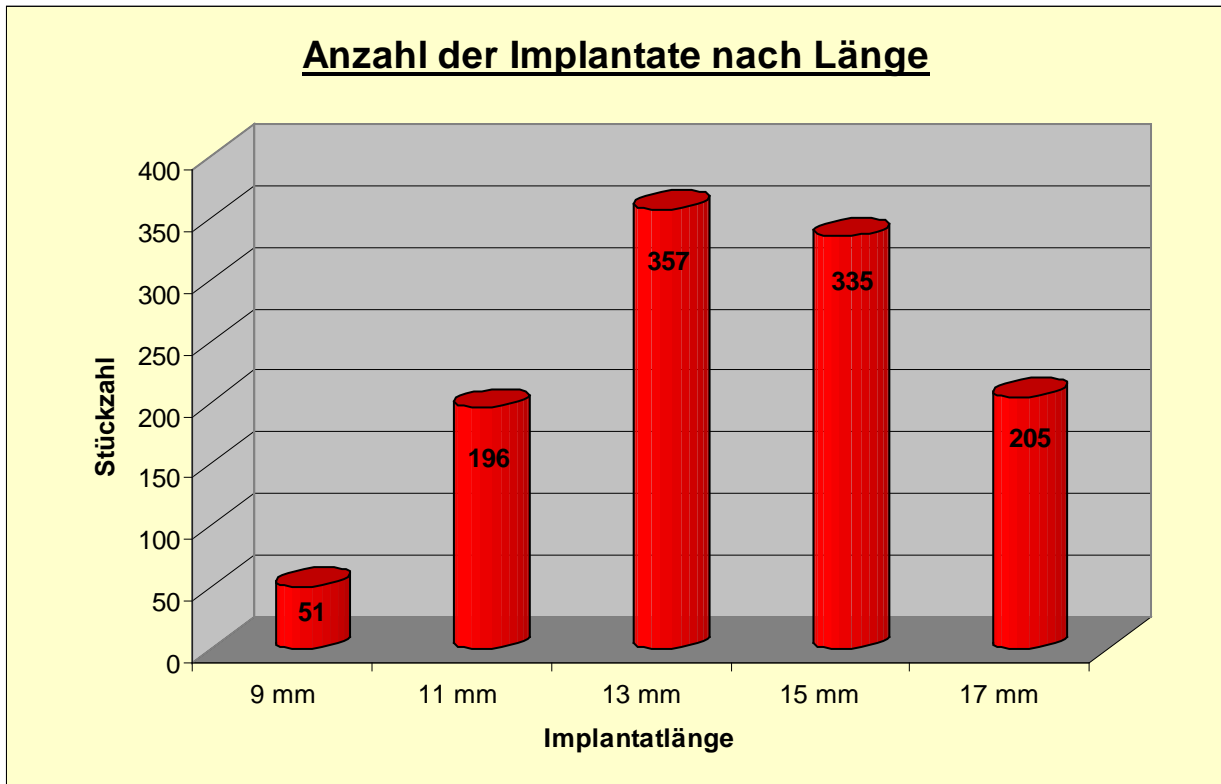
Die quantitative Verteilung der Implantate nach Durchmesser und Länge lässt sich aus den grafischen Darstellungen der Abbildungen 7 und 8 ablesen. Bei ausreichendem Knochenangebot in horizontaler und vertikaler Ebene wurde jeweils versucht, das größtmögliche inserierbare Implantat zu verwenden, um ausreichende Stabilität zu gewährleisten.

Abb. 7: Anzahl der inserierten Implantate, unterschieden nach dem Durchmesser



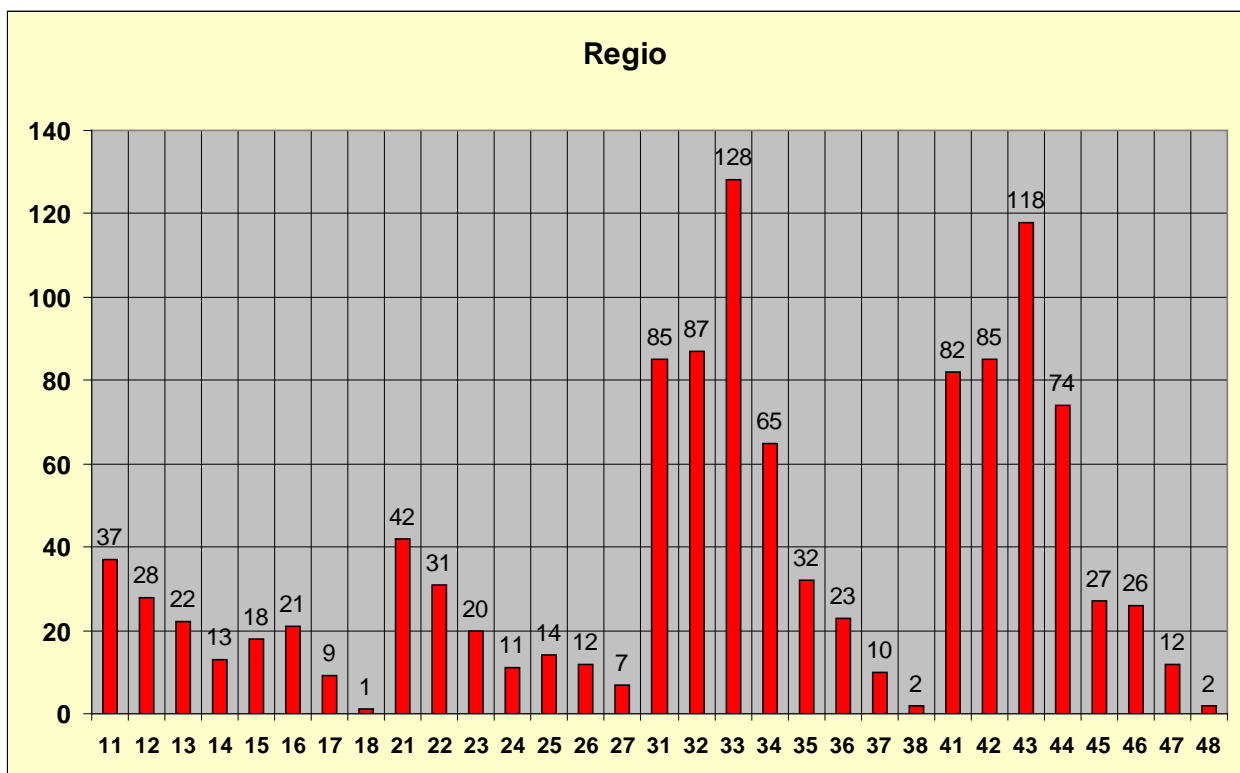
Die mittlere Implantatlänge von 13 mm wurde 357 und somit am häufigsten inseriert. Es folgen mit 335 Anwendungen die 15 mm langen Implantate, dann mit 205 Insertionen die Länge 17 mm. Die 11 mm-Implantate wurden noch 196 mal angewandt und die 9 mm langen Implantate wurden nur 51 mal verwendet.

Abb. 8: Häufigkeit unterschiedlicher Implantatlängen



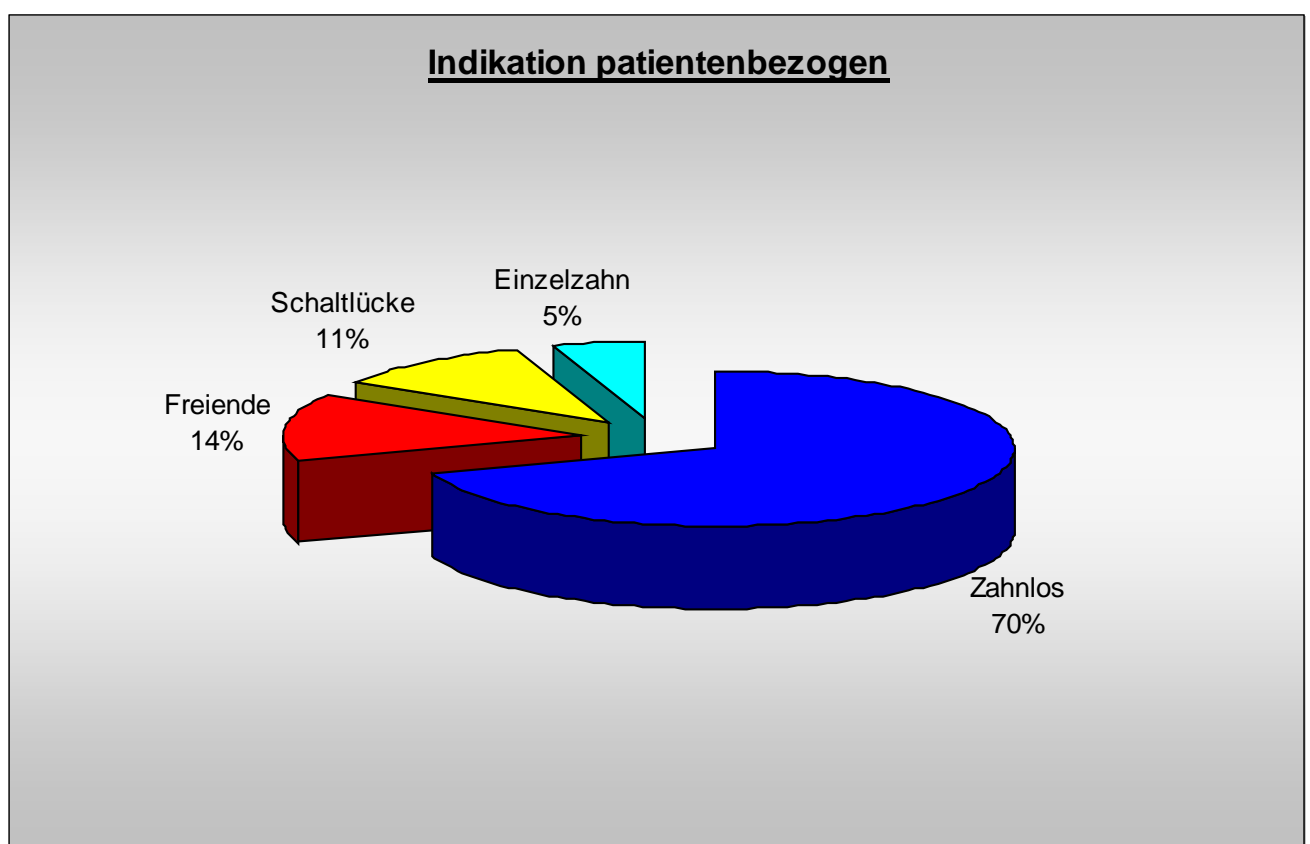
Diese Übersicht zeigt die Anzahl gesetzter Implantate in der jeweiligen Zahnregion. Am häufigsten wurde im Unterkiefer im Bereich der Eckzähne sowie der Frontzähne implantiert. Im Oberkiefer sind die zentralen Inzisivi am häufigsten ersetzt worden. Im Bereich der Weisheitszähne wurde nur in Ausnahmesituationen implantiert.

Abb. 9: Kieferregion der Implantatsetzung und zugehörige Implantatanzahl



Von den 1144 inserierten Implantaten wurden 801 bei vollkommen zahnlosen Patienten eingesetzt, um eine Stabilität der prothetischen Versorgung zu gewährleisten und somit den Tragekomfort zu erhöhen. 126 Bone-Lock®-Implantate kamen bei Schaltlücken zum Einsatz. Bei Freiendsituationen wurden 160 Implantate gesetzt, und bei der Versorgung von durch Unfall, sonstigem Trauma oder Karies verlorenen Einzelzähnen, wurden 57 Implantate verwendet.

Abb. 10: Unterschiedliche Implantatindikationen und ihre prozentuale Verteilung



7.2. Zielsetzung

Zielsetzung dieser Arbeit sollte die Langzeitbeobachtung hinsichtlich der Erfolgsquote des unter Mitarbeit von Prof. Dr. Dr. *Reuther et al.*⁸² entwickelten enossalen Bone-Lock®-Systems im Rahmen der Anwendung bei zahnlosen und teilbezahnten Patienten sein. Zu diesem Zweck wurden von 07/1988 bis 02/1999 an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer-, Plastische Gesichtschirurgie der Universität Julius Maximilian in Würzburg Patienten mit dem oben genannten Implantatsystem versorgt und in regelmäßigen Zeitintervallen nachuntersucht. Nachfolgend werden die entsprechenden relevanten Parameter dargestellt, ausgewertet und erörtert. Neben den Personaldaten wie Name, Vorname und Geburtsdatum wurden Informationen über Implantatdurchmesser, Implantatlänge, Indikationszuordnung: Einzelzahnersatz, reduziertes Restgebiss, Zahngruppenersatz, Freiendsituation, komplett Zahnlose, Implantatstandort, Zeitpunkt der Implantation, Tag der Freilegung, ggf. Augmentationsnotwendigkeit und Art des Ersatzmaterials sowie notwendige Kontrollintervalle erhoben.

Zahlreiche Autoren *Tetsch*^{100,101} 1984, *Spiekermann*⁹⁷ 1994, *Behneke*⁸ 1996 fordern zur Sicherung des Langzeiterfolges von enossalen Zahnimplantaten regelmäßige Nachkontrollen, die konsequenterweise als zeitlich wiederkehrendes Recall des gesamten Patientenstammes erfolgen sollten. Die Patienten, denen an der Poliklinik für Mund-, Kiefer-, und plastische Gesichtschirurgie der Universität Würzburg ein oder mehrere Bone-Lock®-Implantate gesetzt wurden, wurden bereits bei ersten Planungsgesprächen über das Erfordernis der engmaschigen postoperativen Recalluntersuchungen und die Notwendigkeit guter Compliance aufgeklärt. Unmittelbar postoperativ werden erforderlichenfalls monatliche, sonst vierteljährliche Untersuchungen durchgeführt, später erfolgen halbjährliche oder jährliche Überprüfungsintervalle.

Im Rahmen der Nachsorge von implantologischen Patientenversorgungen werden, sofern dies möglich ist, die Suprakonstruktionen abgenommen. Diese und die Implantate werden dann gereinigt und diverse klinische Indizes überprüft, welche einen Überblick zur Einschätzung von Mundhygieneeffektivität, Entzündungsgrad, Taschentiefen um die Implantate und über die Implantatmobilität geben.

7.3. Statistische Auswertung der dokumentierten Daten

Die bei den Recalluntersuchungen von den Patienten erhobenen Daten werden mit Hilfe der von *Wolfgang Bley Müller*¹² 1994 entwickelten relationalen Implantatdatenbank IDB 3.0. verwaltet. Mit diesem Programm, welches basierend auf dem Microsoft-Access-System der Windows Datenbank angelegt wurde, ist eine problemlose Datenübertragung in andere Windows-Programme möglich. Dank dieser Kompatibilität können statistische Auswertungen mit dem SPSS®-Statistikprogramm für Windows Release 5 und Tabellenkalkulationen mit EXCEL für Windows 2000 erstellt, verwertet und ggf. exportiert werden. In einer übersichtlichen, benutzerfreundlichen Bildschirmmaske werden alle klinisch relevanten Parameter erfragt und dokumentiert. Das bei den Untersuchungen gewonnene Datenmaterial wird in Tabellen erfasst, bezüglich der relevanten, einzelnen oder verknüpften Fragestellungen bearbeitet und grafisch dargestellt. Weiterhin sind nach dem Datenexport Darstellungen von Überlebenskurven nach *Kaplan-Meier*⁵¹ möglich, ohne erneut alle relevanten Wertepaare eingeben zu müssen. Randomisierungsüberprüfungen zur Signifikanzberechnung werden mit dem generalisierten Wilcoxon-Paardifferenzen-Test durchgeführt. Hierbei kann man prüfen, ob die Differenzen paarig angeordneter Beobachtungen symmetrisch um den Nullmedian verteilt sind, oder ob die Stichproben unterschiedliche Verteilungen aufweisen. In diesem Fall wären die Mediane zweier verbundener Stichproben dann signifikant verschieden. Weitere angewendete Test- und Darstellungsverfahren mit den entsprechenden Zielsetzungen sind in nachstehender Tabelle ersichtlich.

Tab. 1: Überblick über die explorativ verwendeten statistischen Verfahren

Testverfahren	Zielsetzung
Mann-Whitney-Test (U-Test) (1947)	Parameterfreier statistischer Homogenitätstest, der zur Überprüfung der Signifikanz der Übereinstimmung zweier Verteilungen dient.
Wilcoxon-Paardifferenzen-Test (W-Test) (Frank Wilcoxon 1952)	Vergleicht Stichproben hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz. Es handelt sich um einen Lagetest und eine verteilungsunabhängige Alternative zum t-Test für zwei abhängige Stichproben.
Methode nach Kaplan und Meier (1958)	Ein Verfahren zur Analyse von Latenzen eines Ereignisses (hier Implantatverlust) und Beschreibung des Ereignisverlaufes. Das Ereignis kann nur zusammen mit dem zeitlichen Aspekt (der Auftretenslatenz des Ereignisses) interpretiert werden.
Regression nach Cox (1984)	Multivariantes Verfahren zur Prädiktion eines Risikos aus mehreren Parametern, wobei zeitliche Auftretenslatenzen berücksichtigt werden. Aus einer Liste von multiplen Parametern können prädiktive Parameter extrahiert werden. Prüfung von Unterschieden bei Häufigkeitsdaten (z. B. Überprüfung ob Unterschiede in Prozentwerten bestehen).
Fisher-Yates-Test, (Bortz, 1990)	Prüfung von Unterschieden bei Häufigkeitsdaten (z. B. Überprüfung, ob Unterschiede in Prozentwerten bestehen).

Nachstehend aufgeführt ist das für die Erfassung der Untersuchungsergebnisse verwendete Datenblatt, welches zu jeder Untersuchung für den jeweiligen Patienten individualisiert ausgedruckt wird.

Anhand dieses Schemas können alle, während der Recallsitzungen erhobenen Messwerte übersichtlich eingetragen, abgelesen, verglichen und gespeichert werden. Die Angabe der letzten Untersuchungsdaten ermöglicht einen guten Überblick über die erforderlichen nächsten Kontrolltermine und erlaubt eine gute Terminabsprache mit dem Patienten. Mit der Möglichkeit, alle demnächst zum Recall anstehenden Patienten automatisch aufzulisten und auszudrucken, wird dem Behandler die Einbestellung mittels standardisierter Einladungsbriefe enorm erleichtert. Auf diese Weise können auch keine Patienten, deren Recalltermin ansteht, übersehen werden. Darüber hinaus enthält das IDB Programm eigene Masken für die Stammdaten jedes Patienten mit Angaben zum Operationsverlauf, den Längen- und Durchmesserdaten der gesetzten Implantate, Daten zur Implantation und gegebenenfalls Explantation, anamnestische Erhebungen zu Grunderkrankungen und die prothetische Versorgung des jeweiligen Implantates.

Abb. 11: Vordruck des verwendeten Recallformulars

Recall	Datum:
Name:	Nr:
Geburtsdatum:	Implantatanzahl:
Datum der letzten Kontrolle:	Recall-Intervall (monate):
DFG:	Dropout:
letzte Röntgenkontrolle:	Tumor:
Datum des Recalls:	Röntgenkontrolle: Ja / Nein
neues Untersuchungsintervall:	Bewertung durch Patienten:

Regio:								
Mobilität:								
Periotest:								
Hygieneindex - v:								
Hygieneindex - m:								
Hygieneindex - d:								
Hygieneindex - o:								
Hygieneindex - g:								
Gingivaindex - v:								
Gingivaindex - m:								
Gingivaindex - o:								
Gingivaindex - g:								
Sulkusfluidrate - v:								
Sulkusfluidrate - m:								
Sulkusfluidrate - d:								
Sulkusfluidrate - o:								
Sulkusfluidrate - g:								
Taschentiefe - v:								
Taschentiefe - m:								
Taschentiefe - d:								
Taschentiefe - d:								
Taschentiefe - g:								
fixierte Gingiva - v:								
fixierte Gingiva - o:								
Komplikationen:								
Therapie:								
Explantationsdatum:								
Explantationsursache:								
Folgeschäden:								
Zusätze:								
Rö alt (k < 0,5 < g):								
Triangulationen:								
Höhenabbau:								
Röntgenbefund:								

7.4. Untersuchungsparameter

7.4.1. Hygieneindex

Analog zum Verlaufsmonitoring bei einer PA-Therapie wird die Überprüfung der Mundhygieneeffektivität auch bei den Nachsorgeuntersuchungen in der Implantologie als dienlicher Parameter betrachtet. Die dabei verwendeten Indizes der Plaquegraduierung gehen auf *Silness und Loe*⁹³ sowie *Mombelli*⁶⁹ zurück.

Grad 0: keine Plaquebesiedlung

Grad 1: mit der Sonde abstreifbare Plaqueansiedlung

Grad 2: sichtbare Plaqueansiedlung

Grad 3: deutlich sichtbare, massive Anlagerung von Belägen und Zahnstein

Klinische Konsequenz

Falls Anhaltspunkte für eine erhöhte Akkumulation von Plaque vorliegen, muss dem Patienten erneut die Wichtigkeit adäquater Hygienemaßnahmen für den implantologischen Langzeiterfolg dargelegt werden. Engmaschige Untersuchungsintervalle mit stetiger Reinstruktion und Motivation sollten das Verständnis für die korrekte Mundhygiene beim Patienten schärfen. Ein hoher Plaqueindex korreliert mit einer erhöhten Verlustrate der Implantate.

7.4.2. Sulkusblutungsindex

Bei der BOP = bleeding on probing, führt der Behandler eine PA-Sonde in den periimplantären Marginalsaum ein und beobachtet nach 30 sec. die Stärke einer eventuell auftretenden Blutung. Diese wird gemäß der Klassifizierung von *Mühlemann* und *Son*⁷⁰ sowie *Mombelli*⁶⁹ graduiert.

Grad 0: keine Blutung sichtbar

Grad 1: einzelne punktförmige Blutungen

Grad 2: konfluierende Blutung am Marginalsaum

Grad 3: massive Blutung, bzw. Blutung ohne vorherige Sondierung

Klinische Bedeutung

Obgleich aufgrund des Unterschiedes zwischen der ektodermalen Integrität bei natürlichen Zahnwurzeln und Implantaten keine direkte Korrelation zur Morphologie des Gewebes natürlicher Zähne herzustellen ist, kann eine erhöhte Blutungsneigung als sicheres Anzeichen für pathologisch veränderte papilläre Weichgewebe betrachtet werden. Entsprechend sollten weitergehende Untersuchungen und Therapien eingeleitet werden. Auch hier korrelieren erhöhte Sulkusblutungsindexwerte mit erhöhten Implantatverlusten.

7.4.3. Gingivaindex

Die Angabe des semiquantitativen Parameters Gingivaindex dient, neben dem oben genannten Sulkusblutungsindex, der Einschätzung des Entzündungsgrades des periimplantären Gewebes.

Zirkulär um das Implantat wird das Gingivagewebe nach Farbveränderung, Entzündungen und auf Veränderungen der Oberflächenmorphologie hin untersucht. Auch hier haben, wie bei der Plaquebesiedlungsgraduierung, *Löe*⁶² und *Silness*⁹³ sowie *Mombell*⁶⁹ die Grundlagen zur Einteilung erarbeitet.

Grad 0: Entzündungsfreiheit

Grad 1: minimale Entzündung, geringe Oberflächen- und Farbveränderung

Grad 2: mäßige Entzündung, Blutung auf Druck, gerötetes und hypertrophes
Gingivagewebe

Grad 3: massive Entzündung und Rötung, Ulzeration und Spontanblutung,
Hyperplasie

Klinische Bedeutung

Dieser Parameter dient vorwiegend einer orientierenden Beurteilung des Gewebezustandes, da gemäß Untersuchungen von *Wennström und Lindhe*¹⁰².kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Gingivaindex und histologischer Ausdehnung sowie sichtbarer Ausbreitung von entzündlichem Infiltrat hergestellt werden konnte.

7.4.4. Taschensondierungstiefe (TST)

Was am natürlichen Zahn als die Distanz zwischen Marginalsaum und perpendikulärer Faserinsertion am Wurzelzement = Saumepithelansatz mittels Sulkussondierung ermittelt wird, lässt sich am Implantat infolge des fehlenden desmodontalen Anschlusses nicht unmittelbar vergleichen. Jedoch ist eine gefäß- und zellarme Bindegewebsschicht zwischen dem Ende des Saumepithels und Beginn des Alveolarknochens vorhanden.

Diese Bindegewebszone verfügt über vertikal und horizontal verflochtene Faserstrukturen, welche eine dichte Gewebemanschette bilden und bei Sondierung einen gewissen Widerstand entgegensetzen. Diese Sondierungsbefunde können auf den Begriff „Attachmentlevel“ übertragen werden.

Konkret werden mit einer Aesculapsonde DB 769 und einer Maximalkraft von 0,2 N die vier umgebenden Flächen des Implantates parallel zu dessen Achse sondiert und schließlich die Eindringtiefen an der Kalibrierung der Sonde auf Höhe des gingivalen Niveaus abgelesen.

Klinische Bedeutung

Die auf einen Fixpunkt bezogene Messung der Sondierungstiefe = Bestimmung des Attachmentlevels kann zur klinischen Zustandsbeurteilung eines Implantates als einer der wichtigsten Parameter angesehen werden. Grundvoraussetzung dafür ist jedoch ein sensibles Aufspüren des ersten Widerstandes mit der geeigneten, wie oben beschriebenen Sonde ohne zu hohen Kraftaufwand, da andernfalls die Gefahr einer Gewebetraumatisierung besteht und eine Keimverschleppung in knochennahe Areale resultieren könnte. Zum einen spiegelt die TST den Grad des Knochenabbaus wider, zum anderen ist sie als Parameter für den Grad der periimplantären Entzündung zu werten.

7.4.5. Breite der keratinisierten Mukosa

Basierend auf dem Prinzip, dass die in der keratinisierten Mukosa vorhandenen Kollagenfasern eine Barriere gegen die Ausbreitung einer Entzündung darstellen, wurde in der Literatur von *Engler-Hamm und Steinmann*²⁸ beschrieben, dass 2 mm an keratinisierter Gingiva, von der mindestens 1 mm befestigt sein muss, als Minimum anzusehen ist, um das zahnnahe Parodontium langfristig gesund erhalten zu können.

In Analogie zur natürlichen Bezahnung können an der oralen Mukosa um das Implantat zwei Areale unterschieden werden:

- a) Die mobile, kollagenarme Alveolarmukosa, welche einen hohen Anteil an elastischen Fasern aufweist, von nicht keratinisiertem Epithel bedeckt und mit der Submukosa muskulär verbunden ist. Hier kann der Zug der zirkulären Muskulatur eine dislozierende Wirkung auf den Weichgewebsanschluß ausüben, da die suprakrestalen Fasern nicht wie beim natürlichen Zahn an der Oberfläche des Implantates inserieren.
- b) Die kollagenfaserreiche, mastikatorische Mukosa, welche eine keratinisierte Epitheldeckung aufweist und über die Lamina Propria am Alveolarknochen inseriert.

Vor allem im Frontzahn- und ästhetisch bedeutsamen Bereich bedingt eine, hinsichtlich Ausdehnung und Verlaufsform dem benachbarten Gebiet entsprechende Dimension der keratinisierten Mukosa ein harmonisches Ergebnis der Restauration. Neben der ästhetischen Bedeutung ist auch der Einfluss der befestigten Mukosa auf die Mundhygienefähigkeit anzusprechen.

Liegt der Implantatdurchtritt in der mobilen Mukosa, ist ein erhöhtes Entzündungs- und Verletzungsrisiko nicht auszuschließen.

Sichtbar voneinander zu differenzieren sind die beiden Zonen mittels Rolltest. Beim Abfahren mit einer quer positionierten Sonde wird die mobile Schleimhaut in Richtung des Implantatdurchtrittes bewegt, oder durch Anfärben mit Schillerscher Jodlösung. Hierbei färbt sich die bewegliche, glykogenhaltige Alveolarmukosa bräunlich.

Klinische Relevanz

Obwohl der Parameter der fixierten Mukosabreite bisher, rein statistisch, nicht als Einflussfaktor für den implantologischen Langzeiterfolg identifiziert wurde, erscheint es klinisch sinnvoll, eine gewisse Zone fixierter Mukosa um das Implantat zu etablieren. Wäre der Pfeiler allseits von mobiler Schleimhaut umgeben, läge ein erhöhtes Risiko marginaler Rezessionen und zur Bildung vertiefter Taschen vor, welche wiederum als Keimnischen die Reinigungsfähigkeit und damit die Langzeitprognose verschlechtern würden.

7.4.6. Manuelle Mobilitätsprüfung

Ein eindeutiges Unterscheidungskriterium zwischen ankylotisch verankerten und lediglich bindegewebig eingeschiedenen Implantaten stellt die klinische Beweglichkeitsprüfung dar. Hierbei muss jedoch vorab eine eventuell vorhandene Stegverbindung oder überbrückende Prothetikversorgung abgenommen werden, so dass das zu prüfende Implantat isoliert vorliegt.

Sodann werden die Pfosten mit dem Instrumentengriff allseitig perkutiert bzw. manuell in mesiodistale, orovestibuläre und okklusalintrudierende Richtung mit geringem Fingerdruck belastet.

Die graduelle Einteilung erfolgt analog zu den Mobilitätsgraden am natürlichen Zahn.

Grad 0: keine Mobilität vorhanden

Grad 1: geringe Mobilität feststellbar

Grad 2: vertikale Mobilität auf Belastung

Grad 3: massive vertikale Auslenkung möglich sowie horizontale Mobilität vorhanden

Ergänzend muss zugefügt werden, dass auch bei Immobilität keine verbindliche Aussage über den Grad der Knochenverankerung zu treffen ist, da künstliche Pfeiler klinisch stabil wirken, solange ihr basaler Anteil fest mit dem zirkulären Knochengewebe verbunden ist. Insofern ist die Aussagekraft der Mobilitätsprüfung in der frühen Phase einer periimplantären Entzündung zumindest fragwürdig.

Klinische Bedeutung

Die schnell und einfach zu ermittelnde Beweglichkeit eines isolierten Implantates sollte bei jeder Routineuntersuchung überprüft werden. Ihre Aussagekraft sollte jedoch, zumindest bei entzündetem Gewebe, durch die Erhebung weiterer Parameter geprüft werden.

7.4.7. Klopfeschall

Der Zustand eines Implantates lässt sich auskultatorisch mit Hilfe des Klopfeschalls beurteilen. Hierzu wird mit dem metallenen Griff eines Instrumentes rechtwinklig zur Längsachse des Implantates perkutiert und anschließend das dabei entstehende Geräusch beurteilt.

Eine dumpfe Resonanz wird bei bindegewebig eingeschiedenen Implantaten charakterisiert, dem entgegen resultiert bei osseointegrierten Pfeilern aufgrund der geringen Dämpfung ein deutlich davon unterscheidbarer heller Klopfeschall.

Klinische Bedeutung

Der Klopfeschall ist ebenso wie die Mobilitätsprüfung ein einfach und ohne großen Instrumentarienaufwand zu überprüfender Parameter, der eine schnelle Einschätzung der Einheilungsart erlaubt und daher bei allen Recalluntersuchungen mit erhoben werden sollte. Da der Behandler den Klopfeschall nach Gehör einstuft, sollte seine Aussagekraft ebenfalls anhand weiterer Parameter verifiziert werden.

7.4.8. Periotest

Das von *Schulte*⁹¹ entwickelte Periotestgerät besteht aus einer mikrocomputergesteuerten Messeinheit mit einem Handstück, in dem ein 8 Gramm schwerer Stößel in geringer Friktion gehalten wird. Beim Auslösen des Tests wird der senkrecht auf die Implantatachse gerichtete Stößel auf eine konstante Geschwindigkeit von 0,2 m/s beschleunigt und damit 4 mal je Sekunde perkutiert. Bei

den insgesamt 16 erfolgenden Perkussionen innerhalb von 4 Sekunden analysiert das Gerät die Kontaktzeit zwischen Stößelspitze und Implantatoberfläche. Diese kann zwischen 0,3 und 2,3 ms variieren, was den auf dem Gerätedisplay angezeigten Periotestwerten von –8 bis +50 entspricht. Bei kariesfreien, nicht parodontal geschädigten einwurzeligen Zähnen werden Periotestwerte zwischen +1 und +7 gemessen. Demgegenüber liegt die Varianz der physiologischen Werte für osseointegrierte Implantate zwischen –8 und +5.

Als wertbeeinflussende Faktoren des Periotestes können angesehen werden:

- die Geometrie des Implantates, wobei der gemessene Periotest indirekt proportional zu Implantatlänge und dem Durchmesser ist. Das heißt: je größer Länge und Ø, desto geringer der angezeigte Periotestwert
- das Implantatdesign; hier weisen schraubenförmige Implantate niedrigere Messwerte als Zylinderimplantate auf
- die Implantatposition, wobei die Werte in Oberkiefersiten die der Werte im Unterkiefer übersteigen
- die Lage des Messpunktes: Aufgrund der Hebelwirkung werden höhere Werte ermittelt, je weiter die Perkussionsstelle vom Knochniveau entfernt ist
Folglich sollte eine möglichst tiefe Messung angestrebt werden

In der folgenden Tabelle kann der, dem jeweiligen Periotestwert zugeordnete, klinische Lockerungsgrad abgelesen werden.

Tab. 1: Periotestwerte und deren klinische Zuordnung

Periotestwert	Klinischer Lockerungsgrad
-8 bis +9	0 ≙ klinisch fest
+10 bis +19	1 ≙ fühlbar beweglich
+20 bis +29	2 ≙ sichtbar beweglich
+30 bis +99	3 ≙ mobil auf Wangen- und Zungendruck

Klinische Bedeutung

Die Bestimmung der Implantatmobilität mittels Periotestverfahren kann als eine reproduzierbare Methode angesehen werden, die periimplantären knöchernen Konditionen sensitiver zu erfassen als beim manuellen Mobilitätstest. Da jedoch das Periotestgerät in der hier angewandten Form als Messgerät an natürlichen Zähnen konzipiert wurde, reicht die Diagnosefähigkeit nicht aus, um die Knochendichte in der Einheilungsphase zu beurteilen oder gar Aussagen über marginale Knochendefektgrade bzw. Periimplantitisgrade zu treffen.

7.4.9. Radiologische Untersuchung

Laut Definition von *Brånemark*¹⁵ ist die Osseointegration „die direkte strukturelle Verbindung zwischen vitalem Knochengewebe und der Oberfläche eines belasteten Implantates“.

Somit entzieht sich dieser Verbund per Definitionem der klinischen Diagnostik, da am lebenden Patienten mit funktionell integriertem Implantat weder ultrastrukturelle noch histologische Untersuchungen durchgeführt werden können. Da jedoch in regelmäßigen Untersuchungsintervallen auch eine Aussage über das Knochenniveau um das Implantat wünschenswert ist, weicht man auf die radiologische Darstellung der periimplantären Knochengewebe aus. Limitierend ist hier das Auflösungsvermögen eines Zahnfilmes anzuführen, welches mit 0,1 mm etwa dem 10-fachen eines Fibroblasten entspricht und daher ein gering dimensioniertes bindegewebiges Interponat zwischen Implantat und Knochen unerkant bleiben könnte. Des weiteren wird eine dreidimensionale Struktur auf den Informationsgehalt einer zweidimensionalen Aufnahme reduziert, was die Beurteilung der orovestibulären Ebene ausschließt. Dennoch kann mittels radiologischer Aufnahmen eine Aussage über Knochenabbauvorgänge um die Implantatregion getroffen werden und es können eventuell erforderliche therapeutische Konsequenzen eingeleitet werden. Die Röntgenuntersuchung erscheint zur Zustandsbeschreibung der ossären Implantatintegration also unverzichtbar, zumal Parameter wie Mobilität oder Periotestwert im Hinblick auf pathologische Veränderungen zu wenig sensitiv sind.

7.4.9.1. Art des radiologischen Verfahrens

Dem geeigneten Röntgenverfahren und der Indikationsstellung zu dessen Anwendung sollte eine Reihe von Überlegungen vorausgehen. Die Vorgeschichte des Patienten muss bekannt sein. Beispielsweise ob eine Tumorsektion mit entsprechender Strahlenbehandlung vorliegt oder ob lediglich ein Einzelzahnimplantat nach traumatischem bzw. kariösem Verlust gesetzt wurde. Strahlenhygienische, anatomische und praktikabilitätsbezogene Aspekte sollten ebenso berücksichtigt werden. Mit Panoramaschichtaufnahmen = OPG ist ein Screening der gesamten Gebissituation mitsamt Nebenbefunden möglich. Insbesondere bei umfangreichen Restaurationen mit multiplen Implantaten ist die Reduktion der Strahlenbelastung von Vorteil. Bei schwierigen anatomischen Situationen z.B. im stark atrophierten Unterkiefer oder bei erhöhtem Brechreiz ist die Praktikabilität gegenüber Einzelzahnaufnahmen vorteilhaft. Der eingeschränkten Detailwiedergabe durch Verzerrungen oder Überlagerungen steht die bekannte Implantatdimension gegenüber, die mittels Messschablonen abgeglichen werden kann und so eine kontinuierliche Verlaufskontrolle durch den Abgleich von neuen mit bereits vorhandenen Aufnahmen ermöglicht.

Eine, in Bezug auf Dimensionstreuung und Detailwiedergabe, exaktere radiologische, periimplantäre Diagnostik, die bei Einzelimplantaten zu bevorzugen ist, kann durch den Einsatz enoraler Zahnfilme mit der Rechtwinkeltechnik und standardisierten Haltern erzielt werden. Auch individuelle Kunststoffaufbißblöcke bzw. im Implantat verschraubte Einstellhilfen gewährleisten eine nahezu identische räumliche Anordnung von Film, Tubus und Objekt, was die Gewinnung gleicher Aufnahmedimensionen und den Vergleich mit späteren Aufnahmen erleichtert. Als Vorteil enoraler Zahnfilme gilt der Ausschluss von Überlagerungsphänomenen sowie eine höhere Detailschärfe, was eine bessere Beurteilung der periimplantären Knochenstrukturen und der Referenzpunkte ermöglicht. Als Nachteil muss die, unter Umständen, höhere Strahlenbelastung bei mehreren Implantaten sowie die evtl. nicht adäquate Filmpositionierung mit resultierenden Verzerrungen und unvollständiger Darstellung bei ungünstigen anatomischen Gegebenheiten z.B. bei geringer Mundbodentiefe im atrophierten Unterkiefer angeführt werden.

Die Eignung und Zuverlässigkeit eines Röntgenverfahrens als Langzeitmonitoring kann anhand der intra- und interindividuellen Reproduzierbarkeit überprüft werden.

Die hier angewandten Röntgentechniken, enorale Zahnfilme und Panoramaübersichtsaufnahmen, gelten als durchaus geeignete Verfahren, zumal die Differenzen bei Wiederholungsmessungen im Bereich von 0,001 bis 0,2 mm als überaus tolerabel angesehen werden können. Ebenso verhält es sich mit der Übereinstimmung zwischen radiologisch ermitteltem und intraoperativ nachweisbarem Knochenniveau mit einer Abweichung von 0,6 bis 0,9 mm, wobei der Defekt am Bild geringer erscheint. Der real vorhandene Knochenansatz liegt also weiter apikal.

Abb. 12: Radiologischer Zahnfilm eines Einzelzahnimplantates



7.4.9.2. Röntgenintervalle

Bei der Festlegung der Zeitabstände von erforderlichen Röntgenaufnahmen sind verschiedene Behandlungsphasen zu differenzieren.

Zunächst muss natürlich vorab zur Anamnese und Eignungsabklärung des zu implantierenden Situs eine Aufnahme gemacht werden. Wenn horizontales und vertikales Knochenniveau sowie die Knochenqualität zur Aufnahme eines Implantates geeignet sind, kann die geplante Insertion durchgeführt werden. Die nächste radiologische Kontrolle sollte sich unmittelbar postoperativ anschließen, um den Operationserfolg zu überprüfen. Nach erfolgter Insertion findet die Osseointegration des Implantates statt. Veränderungen des marginalen Knochenniveaus in dieser Phase können als Reaktion des Gewebes auf den operativen Eingriff gedeutet werden. Dazu gehört auch die Periostablösung nach OP-bedingter Manipulation am Knochen bei der Kavitätenaufbereitung und Implantatinsertion. Die nächste planmäßige Röntgenkontrolle wird bei der Freilegung und Abutmentinstallation durchgeführt. Nach prothetischer Versorgung folgt im ersten Jahr der funktionellen Belastung ein Remodelling im Sinne des Wolffschen Gesetzes, wobei hier radiologisch festgestellte Knochenverluste von 0,1 – 0,45 mm im Normbereich liegen.

Bei weiteren Aufnahmen in der Funktionsphase des Implantates wird unter physiologischen Bedingungen ein stabiles Knochenniveau erwartet. Bestätigen die, zunächst über einen Fünfjahreszeitraum jährlich erfolgenden, Kontrollaufnahmen einen komplikationslosen Verlauf, kann man die Röntgenkontrollintervalle auf einen Zwei- bis Dreijahreszeitrahmen ausdehnen. Unabhängig davon sollten die Routineuntersuchungen mit Erhebung der anderen Standardparameter weiterhin halbjährlich bis jährlich beibehalten werden.

Klinische Bedeutung

Im Rahmen der Implantatrecalluntersuchung dient das Röntgenbild zur Zustandsbeschreibung der ossären Integration des eingebrachten Pfeilers. Die Indikation ergibt sich, um eine Aussage über die Veränderungen des Knochenniveaus in definierten Zeitintervallen zu ermöglichen bzw. ist gegeben bei klinischen Anzeichen von Mobilität oder Periimplantitis.

Sind spalt-, schüssel- oder trichterförmige Defekte mit progredienter Tendenz festzustellen, resultiert Therapiebedarf im Sinne von erhaltenden Maßnahmen, oder im ungünstigsten Falle eine Explantation. Zeigt sich in der Nachsorge ein weitgehend stabiles Knochenniveau, kann das Röntgenkontrollintervall aus strahlenhygienischen Gründen verlängert werden.

7.4.10. Kontrolle der okklusalen Verhältnisse und Kontrolle der Passung

Zur Rekonstruktion orthofunktioneller Verhältnisse im durch Zahnverlust geschädigten Gebiss zählt neben dem osseointegrierten Pfosten auch die implantatgetragene Suprastruktur.

Daher beinhaltet die Recalluntersuchung auch die visuelle und funktionelle Kontrolle der Suprakonstruktion hinsichtlich Passgenauigkeit, okklusaler Verhältnisse und Überbelastungssymptomatik.

Mit Hilfe von Okklufolien wird die statische und dynamische Kontaktsituation überprüft. Es werden gegebenenfalls Vorkontakte und unerwünschte Arbeits- und Balanceinterferenzen eingeschliffen. Bei bestehender Nonokklusion muss die Suprakonstruktion labortechnisch nachbearbeitet werden. Im Zuge der Kontrolle der habituellen Okklusion ist auch eine auskultatorische Überprüfung auf pathologische Neben- und Gelenkgeräusche durchzuführen.

Die Suprakonstruktion muss einen spalt- und spannungsfreien, stabilen Sitz aufweisen. Zementierte Teile sind auf Dezementierung zu inspizieren, Verschraubungen müssen gemäß angegebenem Drehmoment festgezogen sein. Implantatgetragene herausnehmbare Prothesen sind auf eine gesteigerte Kinetik, Kippungen, Fehlbelastungen sowie Inkongruenzen zwischen Tegumentum und Prothesenbasis zu untersuchen.

Eventuelle Überbelastungen zeigen sich als wiederholte Lockerungen der Verschraubungen und Zementverbindungen, Frakturen der Suprastruktur sowie glänzender Schliiffacetten. Auch radiologisch diagnostizierbare Knochenverluste ohne klinische oder bakterielle Ursachen können auf eine funktionelle Überlastung der Implantate hinweisen.

Klinische Bedeutung

Die Kontrolle der implantatgetragenen Suprastruktur im Hinblick auf Passgenauigkeit und funktionelle Belastung ist als leicht zu überprüfender Routineparameter in jeder Nachsorgeuntersuchung mit durchzuführen. Ergeben sich hierbei Symptome einer funktionellen Überlastung, sind nach der Ursachenklärung korrektive Maßnahmen unumgänglich. Somit soll eine Schädigung der biologischen Integration des Implantats aufgehalten bzw. vermieden sowie orthofunktionelle Verhältnisse im rekonstruierten orofazialen System erhalten werden.

7.5. Bewertung der Parameter

Ein idealer diagnostischer Marker sollte nicht invasiv und ohne umfangreiche technische Hilfsmittel einfach erhoben werden können, so dass er an einem umfangreichen Patientenkollektiv über einen langen Zeitraum beliebig oft und ohne Schaden am periimplantären Gewebe, auch von verschiedenen Behandlern, ohne signifikante Abweichungen eingesetzt werden kann. Daneben ist die Diagnosefähigkeit, d.h. die Differenzierung zwischen gesundem und erkranktem Situs sowie die Einstufung des Schweregrades der Erkrankung bzw. des Therapieerfolges von Bedeutung. In diesem Zusammenhang sind hohe Sensitivität und Spezifität wünschenswert. Der entsprechende Parameter soll bei bestehender Periimplantitis mit hoher Wahrscheinlichkeit ein positives = schwellenwertüberschreitendes Ergebnis liefern und bei gesunder Implantatumgebung ein negatives Testresultat anzeigen. Ein weiteres Augenmerk liegt auf dem Erfassungsvermögen für den Krankheitsverlauf, wobei nicht nur vergangene oder akute Erkrankungen korrekt erfasst werden sollen, sondern auch künftige Verläufe wie ein weiterer periimplantärer Knochenabbau. Diese prädiktorischen Eigenschaften eines Parameters ermöglichen einen frühen Therapiebeginn in einem möglichst nicht weit fortgeschrittenen, reversiblen Krankheitsstadium. Die Wertigkeit der Messgrößen beim Verlaufsmonitoring der endossalen Implantate zeigt, dass die hier angewandten Routineparameter weitgehend untersucherunabhängig, ausreichend genau und reproduzierbar bestimmt werden können. Um jedoch der erhobenen Diagnostik therapeutische Konsequenzen folgen zu lassen, sollte immer eine Kombination von Parametern abgeglichen werden. Dies ist insbesondere relevant bei den vorstehend erwähnten Messwerten mit fraglicher Aussagekraft wie Periotest, Mobilität und Klopferschallbeurteilung.

8. Ergebnisse

8.1. Erfolgsbeurteilung der Implantate

Zur Beurteilung von Implantatsystemen und Therapieformen ist eine realistische Einschätzung des Langzeiterfolges erforderlich. Einzig der Implantatverlust ist als Ereigniszeitpunkt eindeutig feststellbar. Da bei dem Kriterium der Verweildauer als alleinigem Faktor viele klinische Parameter fehlen, kann kein differenzierter Therapievergleich durchgeführt werden. Es sollten also weitere Parameter in die Beurteilung mit einfließen, um so eine aussagekräftige Statistik über den Implantaterfolg zu erstellen.

Ein etwas differenzierteres statistisches Standardverfahren zur zeitabhängigen Implantatverlustuntersuchung ist die Überlebenszeitanalyse nach *Kaplan und Meier*⁵¹ 1958. Hierbei wird die Verweilwahrscheinlichkeit eines Implantates anhand der Verlustrate über den Beobachtungszeitraum sowie die, durch verschiedene Faktoren unter Risiko stehende Implantatanzahl berechnet, wodurch auch den risikobehafteten Implantaten eine Gewichtung zukommt. In der Statistik wird bei der Kaplan-Meier-Verweildaueranalyse aber lediglich die Tatsache berücksichtigt, ob ein Implantat im Untersuchungszeitraum noch in situ befindlich ist oder explantiert wurde. Keine Berücksichtigung findet hierbei der Zustand der periimplantären Weich- und Hartgewebparameter. Diese Parameter werden in die Betrachtungen anderer Autoren wie *Behneke and Behneke*⁸, 1996 mit einbezogen. Hier wird zur statistischen Darstellung die Cutler-Ederer-Analyse der Grafik nach *Kaplan-Meier*⁵¹ vorgezogen. Weitere Vergleichsvariablen für den Erfolg von Implantaten, die bei klinischen oder radiologischen Recalls erhoben wurden, sind von verschiedenen Autorengruppen postuliert worden. Dies waren *Schnitman and Shulman*⁹⁰, 1980; *Albrektsson*^{3,4}, 1986; *Buser et al.*¹⁸, 1990, 2000; *Naert et al.*⁷³, 1992; *Jahn and d'Hoedt*⁴⁸, 1992; *Snauwaert et al.*⁹⁶, 2000. Allerdings hat sich auch hier bislang ein allgemein gültiger Konsens nicht realisieren lassen, was bei den vielen Variablen und der nur bedingten Vergleichbarkeit der verschiedenen Systeme auch zukünftig nur eingeschränkt möglich sein dürfte.

Nachfolgend eine Gegenüberstellung der Erfolgskriterien von verschiedenen Autoren in Tabellenform.

Tab. 2: Erfolgskriterien

NIH-Konferenz: Schnitman (1980)	Albrektsson et al (1986)	Buser et al (1990)	Jahn, d'Hoedt (1992)	Naert et al (1992); Snauwaert et al (2000)
Implantat in situ.	Implantat in situ.	Implantat in situ.	Implantat in situ.	Prothetische Versorgung eines in situ Implantates.
Lockerungsgrad 0-1	Lockerungsgrad 0	Lockerungsgrad 0-1	Lockerungsgrad 0-1	Periotestwert max. +8
Die radiologische periimplantäre Transluzens wird graduieret, trägt aber nicht zur Erfolgsdefinition bei.	Keine periimplantäre Radiotransluzens.	Keine persistierende periimplantäre Radiotransluzens.	Kein zweiseitig durchgehender radiologischer Spalt breiter als 0,5 mm.	Keine periimplantäre Radiotransluzens.
Vertikaler Knochenabbau max. 1/3 der vertikalen Implantatlänge.	Vertikaler Knochenabbau kleiner als 0,2 mm pro Jahr, ab dem zweiten Jahr der Liegedauer.		Der anguläre Knochendefekt darf nicht mehr als 3/10 des enossalen Implantatabschnittes betragen.	
Keine Infektionszeichen. Falls Gingivitis entsteht, muss sie therapiezugänglich sein.	Keine Zeichen einer Infektion.	Keine periimplantäre Infektion mit Sekretion.	Sulkustiefe darf max. 4 mm bei zwei aufeinanderfolgenden Kontrollen betragen.	Keine Implantatfraktur.
Keine Verletzung von Nerven, Zähnen, Kieferhöhle oder Nasenboden.	Keine Nervenverletzung.	Keine persistierenden Beschwerden wie Schmerzen oder Taubheit.	Die subjektive Bewertung des Implantates durch den Patienten darf (nach dem deutschen Schulnotensystem) nicht schlechter als 3 sein.	Keine implantatinduzierten Schmerzen, Infektionen oder Parästhesien.

8.2. Erfolgsquote des Bone-Lock®-Systems in einem Beobachtungszeitraum von 10 Jahren

Im Rahmen dieser prospektiven longitudinalen Studie wurden über 10 Jahre Patienten in der Mund-, Kiefer- und Plastischen Gesichtschirurgischen Abteilung der Julius-Maximilians-Universität Würzburg mit Bone-Lock®-Implantaten versorgt, betreut und in regelmäßigen Intervallen nachuntersucht. Die Resultate der durchgeführten Kontrolluntersuchungen und die zugehörigen Überlebensraten nach verschiedenen Gesichtspunkten sind in den folgenden Grafiken, Tabellen und Diagrammen aufgeführt.

Die 10-Jahres Erfolgsquote aller gesetzten Bone-Lock®-Implantate liegt bei 78,7 %. Das 95 %-Confidenzintervall liegt zwischen 67,1 und 89.2 %.

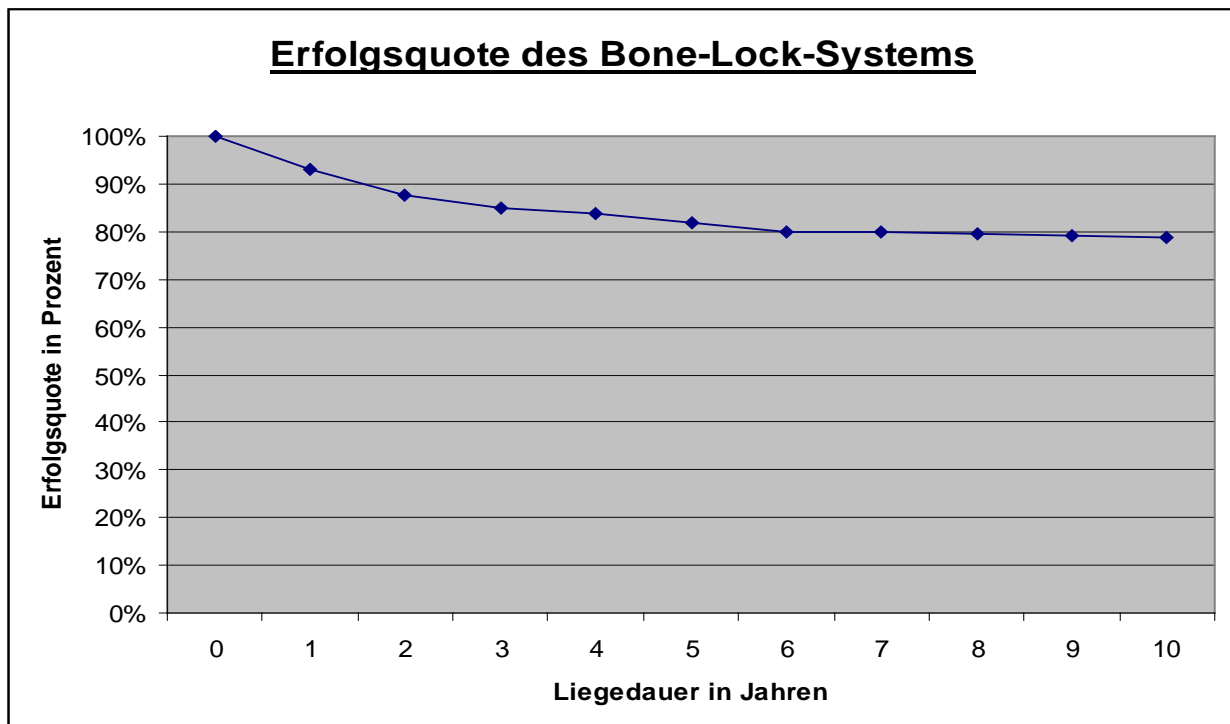
Die grafische Darstellung der Gesamterfolgskurve erfolgte nach der kumulativen Kaplan-Meier-Überlebenszeitanalyse. Bei dieser wird protokolliert, wie viele Implantate der gesamten Bone-Lock®-Serie nach welcher Zeit explantiert wurden. Daraus resultierend kann eine Aussage über die mittlere Implantatlebensdauer getroffen werden, jedoch nicht unterschieden nach der Ursache des Implantatverlustes. Die im ersten Jahr stark abfallende Kurve mildert sich nach 1,5 Jahren ab und sinkt nach 2,1 Jahren nur noch geringfügig, so dass die größte Verlustrate in den ersten 2 Jahren postimplantativ festgestellt werden kann.

In Tabelle 3 sind die Erfolgsquoten aller inserierten Bone-Lock®-Implantate nach 5, 7, 8 und 10 Jahren ersichtlich. Die höchsten Verlustraten wurden bereits im Laufe der ersten 2 Jahre nach Implantatinsertion verzeichnet, was auch am steilsten Abfall in der Abbildung 13 im entsprechenden Zeitraum ersichtlich ist. Im Fünfjahreszeitraum zwischen den Jahren 5 und 10 sind nur noch 3,1 % Verluste zu verzeichnen, was einem rechnerischen Jahresdurchschnittsverlust von 0,62 % entspricht. Zwischen den Jahren 8 und 10 ist die Abnahme der Erfolgsquote nur noch 0,7 %, also lediglich 0,35 % per anno. Die mittlere Liegedauer beträgt somit rechnerisch im Durchschnitt 7,9 Jahre (SE 0,1; CI 95 %: 7,6- 8,2).

Tab. 3: Gesamterfolgsquote des Bone-Lock® Implantatsystems im 10-Jahres-Zeitraum (n= 1144)

Liegedauer in Jahren	5	7	8	10
Prozentuale Erfolgsquote	81,8 %	79,9 %	79,4 %	78,7 %

Abb. 13: Gesamterfolgsquote des Bone-Lock® Implantatsystems (n= 1144)

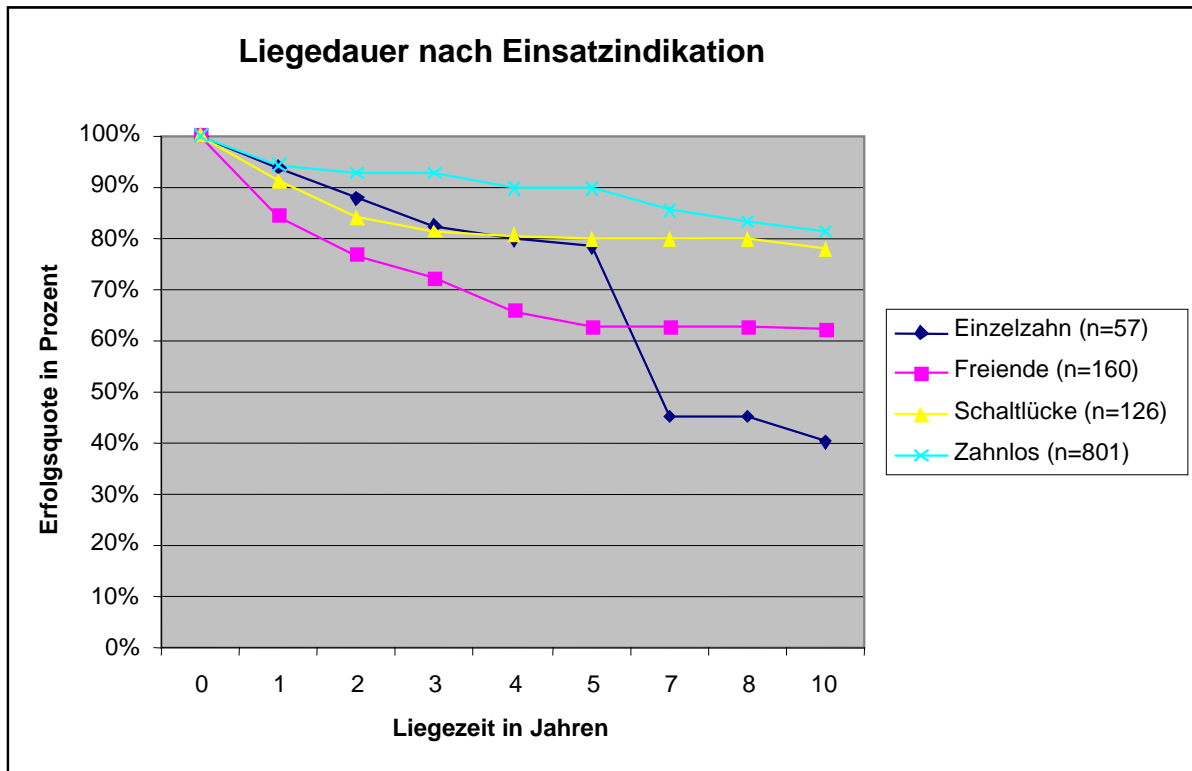


Während bei den Implantaten in Freundsituation innerhalb der postoperativen Jahre 5-10 lediglich ein Verlust von 0,4 % zu verzeichnen ist, also eine rechnerische jährliche Verlustrate von 0,08 %, und auch bei den Versorgungen der Schatlücken nur ein Gesamtverlust von 2 % im gleichen Zeitraum festgestellt wurde, unterscheiden sich die Verlustraten bei Zahnlosen- und Einzelzahnversorgungen davon signifikant. In den 5 Jahren des Beobachtungszeitraumes von Jahr 5 bis 10 der Liegedauer sank die Erfolgsrate beim zahnlosen Patienten um 8,6 %, bei der Einzelzahnversorgung gar um 38,3 %. Hierbei ist die relativ kleine Anzahl der Einzelzahnversorgungen mit 57 Implantaten zu betrachten, die lediglich 4,98 % der im Rahmen dieser Studie mit Bone-Lock®-Implantaten versorgten Fälle ausmacht. Aufgrund der kleinen Fallzahl ist leicht nachvollziehbar, dass verlorene Implantate mehr ins Gewicht fallen, als bei einer höher dimensionierten Anzahl von Versorgungen.

Tab. 4: Erfolgsquote differenziert nach Einsatzindikation

Liegedauer nach Implantatsetzung (in Jahren)	5	7	8	10
Einzelzahn (n=57)	78,5 %	45,3 %	45,3 %	40,2 %
Freiende (n=160)	62,9 %	62,9 %	62,9 %	62,5 %
Schatlücke (n=126)	79,8 %	79,8 %	79,8 %	77,8 %
Zahnlos (n=801)	89,9 %	85,7 %	83,4 %	81,3 %

Abb. 14: Erfolgsquote der verschiedenen Indikationen im Vergleich

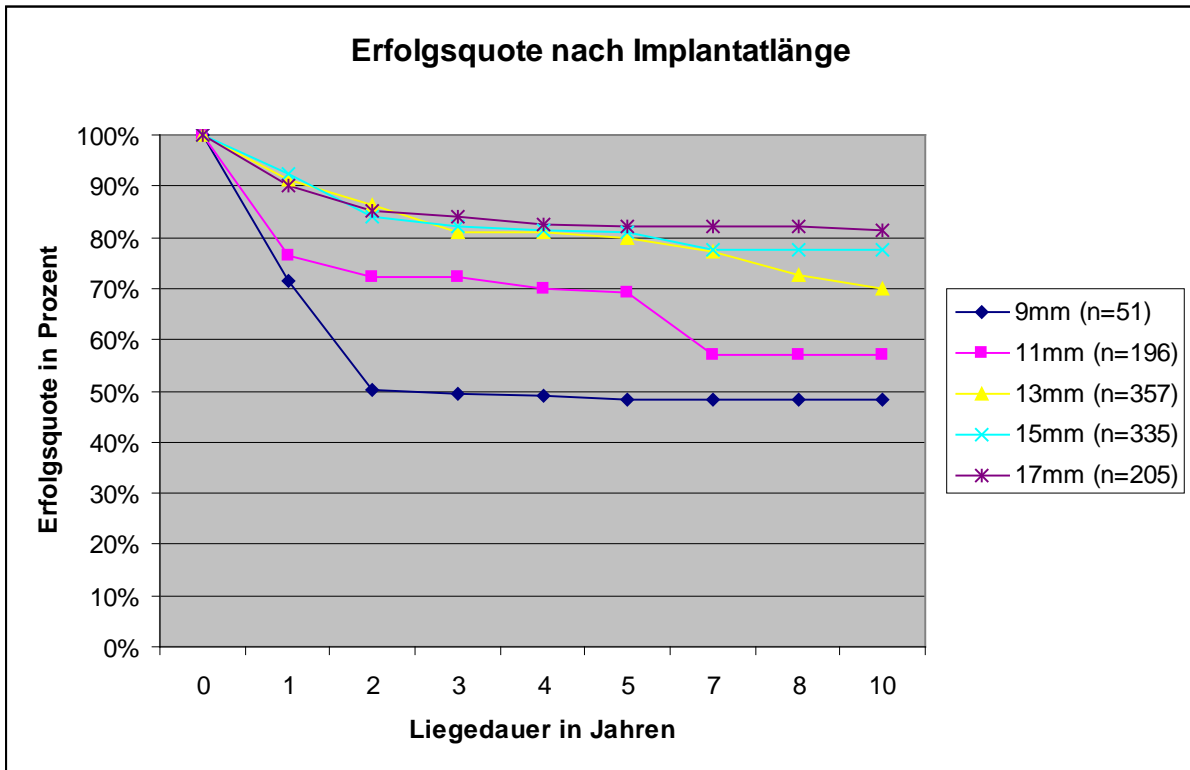


Bei der Differenzierung der Erfolgsraten bezüglich der Implantatlänge ist generell eine bessere Stabilität und eine Erhöhung der Erfolgszahlen mit Zunahme der Implantatlänge zu erwarten. Diese These wird auch anhand der Zahlen der oben stehenden Tabelle gestützt. Die insgesamt sehr niedrigen Überlebensraten der 9-mm-Implantate bleiben jedoch im Laufe der Jahre 5-10 konstant, während alle anderen Prozentwerte in diesem Zeitraum noch etwas sinken. Ab Jahr 7 zeigen die Werte der 11 und 15 mm langen Implantate keine weitere Abnahme. Trotz der insgesamt unbefriedigenden Resultate der ohnehin nur 51 mal, also in 4,45% aller Fälle, verwendeten 9-mm-Implantate ist ihre Insertionslegitimation im Rahmen des limitierenden Faktors „geringe Knochenhöhe“, die auch durch Augmentationsmaßnahmen nicht zu vergrößern ist, durchaus gegeben. Grundsätzliches Anwendungsziel war es, für den jeweiligen Standort nach Abwägung aller Umstände das jeweils längstmögliche Implantat zu platzieren.

Tab. 5: Prozentuale Erfolgsrate, unterschieden nach Implantatlängen

Liegedauer nach Implantatsetzung (in Jahren)	5	7	8	10
Implantatlänge 9 mm (n=51)	48,4 %	48,4 %	48,4 %	48,4 %
Implantatlänge 11 mm (n=196)	69,2 %	57,1%	57,1 %	57,1 %
Implantatlänge 13 mm (n=357)	79,9 %	77,3 %	72,8 %	70,1 %
Implantatlänge 15 mm (n=335)	81,1 %	77,5 %	77,5 %	77,5 %
Implantatlänge 17 mm (n=205)	82,2 %	82,2 %	82,2 %	81,3 %

Abb. 15: Erfolgsraten nach Länge der Implantate

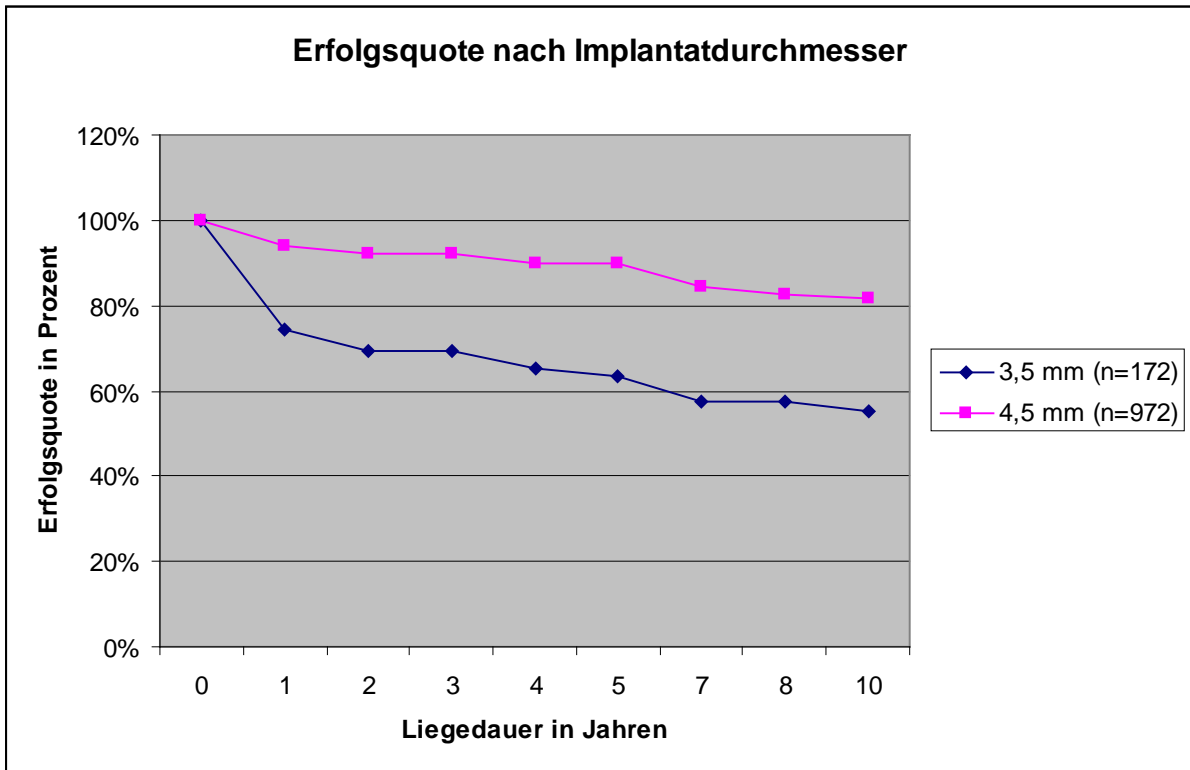


Ähnlich wie bei den Längen der Implantate verhält sich die Situation beim Vergleich verschiedener Implantatdurchmesser. Auch hier ist eine Einschränkung der Durchmessergröße durch limitierende anatomische Gegebenheiten, wie die Knochenbreite des jeweiligen Kiefersegmentes, fixiert. Mit 972 inserierten Implantaten, was einer Anwendungsquote von 84,96 % entspricht, ist der Durchmesser 4,5 mm als bevorzugt inserierter Durchmesser anzusehen.

Tab. 6: Liegedauerquoten, differenziert nach Durchmesser der Implantate

Liegedauer nach der Implantation (in Jahren)	5	7	8	10
Implantatdurchmesser 3,5 mm (n=172)	63,4 %	57,5 %	57,5 %	55,2 %
Implantatdurchmesser 4,5 mm (n=972)	89,7 %	84,3 %	82,8 %	81,9 %

Abb. 16: Erfolgsraten, unterschieden nach Implantatdurchmesser

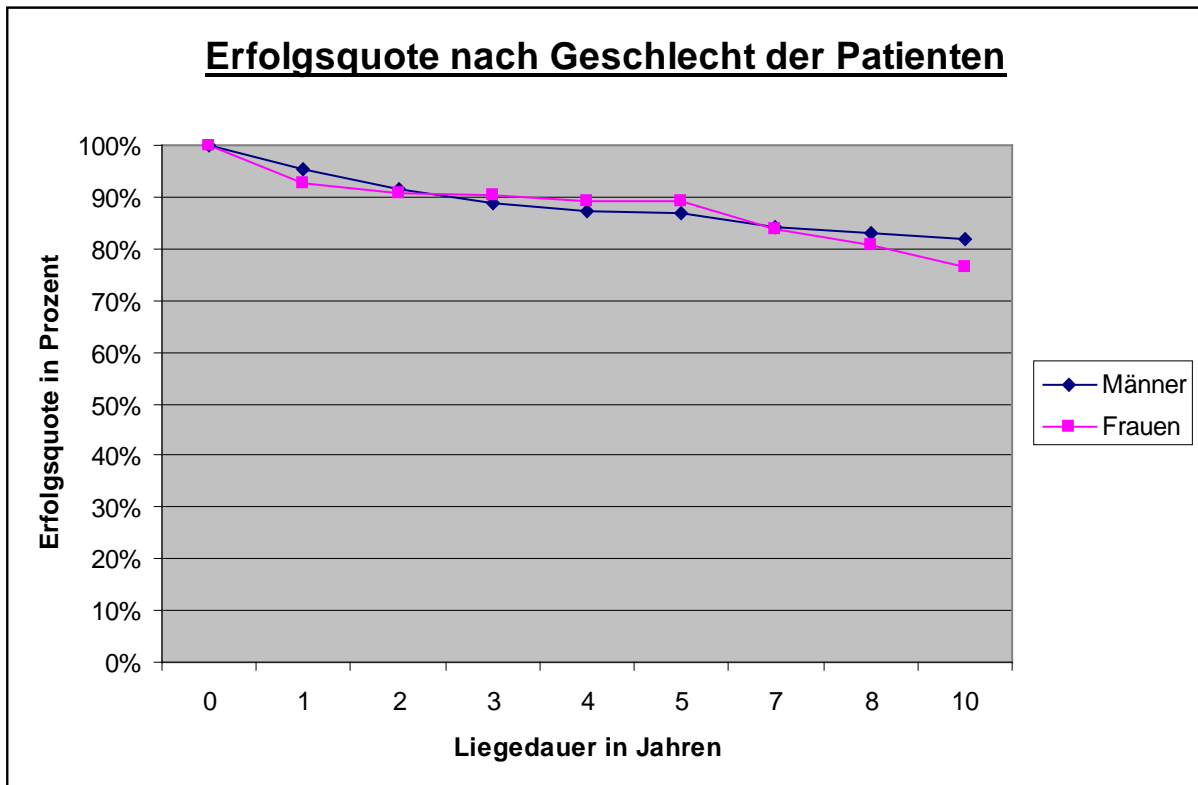


Nicht nur bei der Anzahl der Implantatpatienten überwogen die Männer mit 180, gegenüber 159 Frauen, auch bei der Liegedauerquote schnitt die männliche Patientenklientel im zehnten Jahr des Beobachtungszeitraumes um 5,4% besser ab als die Implantatträgerinnen. Im gesamten Beobachtungszeitraum jedoch sind die Verlustquoten recht harmonisch verlaufend, ohne hier einen signifikanten Unterschied ausmachen zu können.

Tab. 7: Erfolgsraten nach Geschlecht der Patienten

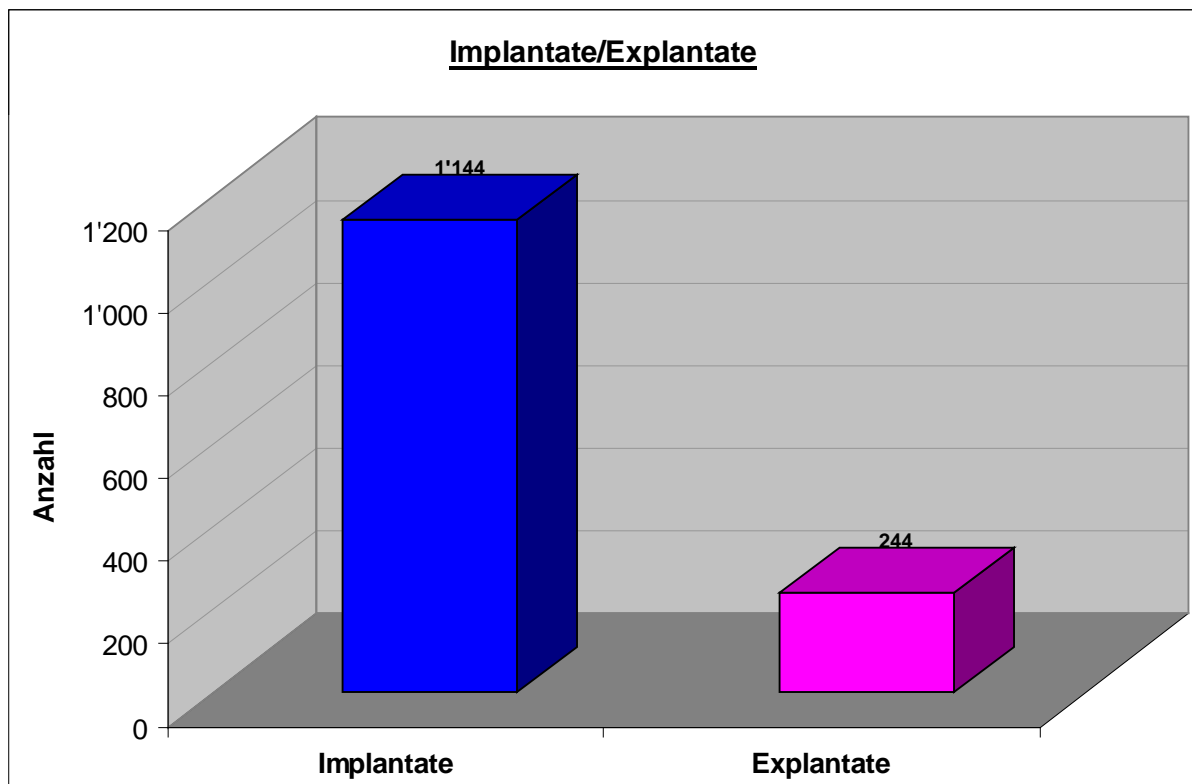
Jahre nach Implantatsetzung	5	7	8	10
Männer	86,7 %	84,3 %	83,2 %	81,7 %
Frauen	89,2 %	83,9 %	80,7 %	76,3 %

Abb. 17: Erfolgsquote, unterschieden nach Geschlecht



Hier dargestellt ist die Anzahl inserierter Implantate in Gegenüberstellung zu den explantierten Implantaten im 10-jährigen Beobachtungszeitraum. Die Ursachen für die Implantatverluste waren unterschiedlicher Art. Der am häufigsten auftretende Grund, weshalb ein Implantat wieder entfernt werden musste, war eine bindegewebige Einheilung des Implantates und damit einhergehend der Verlust des Implantates bereits in einer zeitlich sehr frühen Phase. Der zweithäufigste Verlustgrund war eine Periimplantitis mit entsprechendem Knochenverlust und daraus resultierendem Stabilitätsverlust. Darauf folgend die Materialermüdung, welche sich in Schrauben- und Implantatfrakturen zeigte, sowie Traumata.

Abb. 18: Gesamtzahl der gesetzten und verlorenen Implantate

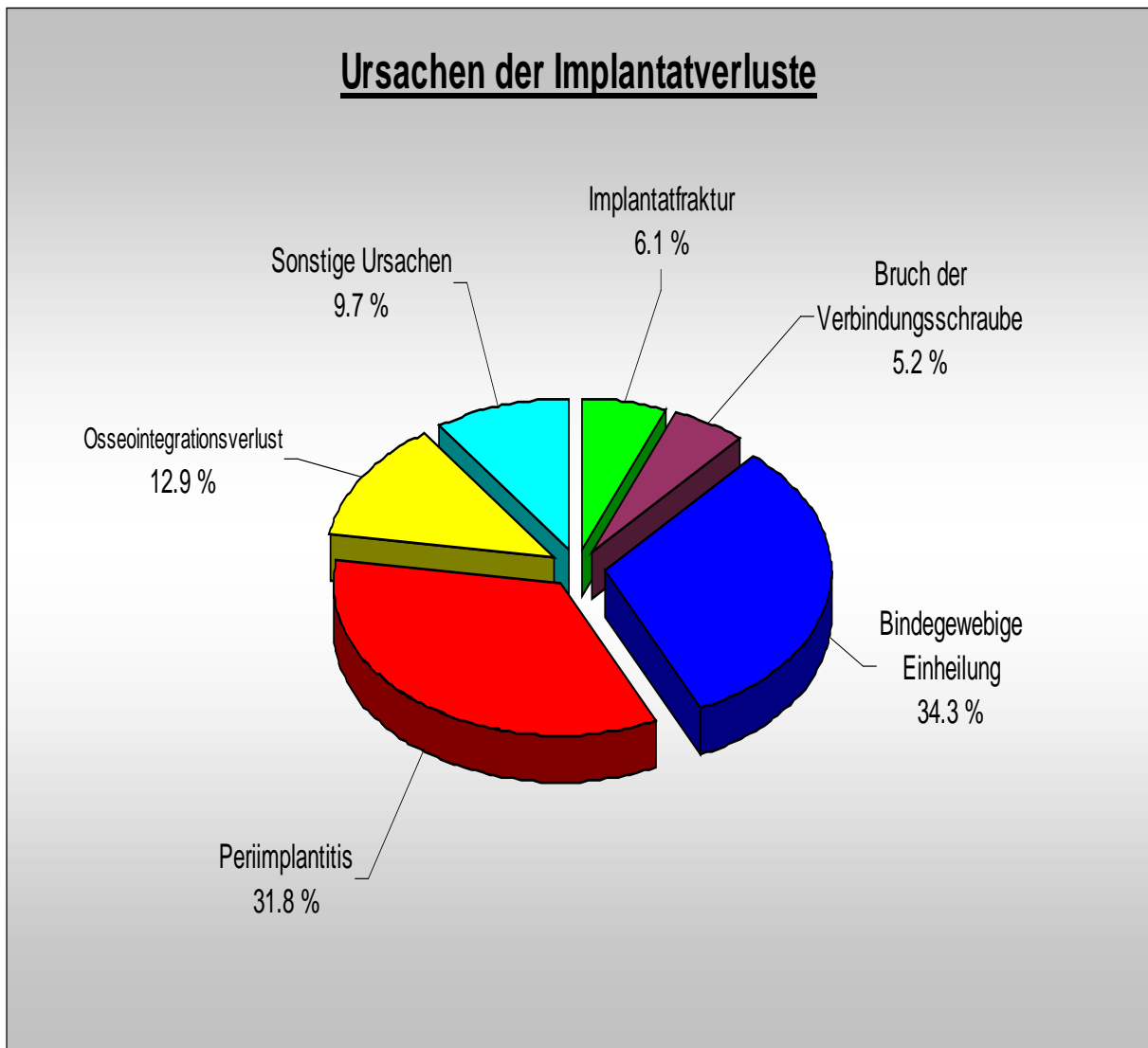


Allgemein mögliche Ursachen eines Implantatverlustes

- Wundheilungsstörung nach der Implantation
- Periimplantitis
- bindegewebige Einheilung
- Osseointegrationsverlust
- Fraktur des Implantates
- Schraubenfraktur
- Beschädigung der Beschichtung
- Fehlpositionierung
- andere iatrogene Ursachen

Die konkreten Explantationsursachen sind in Abbildung 19 dargestellt. Hierbei lassen sich biologische und technische Ursachen unterscheiden. Bei den Verlustgründen ist die häufigste Ursache die bindegewebige Einheilung, welche der gewünschten Osseointegration gegenüber steht. Als Gründe für eine nur bindegewebige Einheilung werden in der Literatur Schädigungen des Implantatbettes während der Insertion genannt z. B. durch Überhitzung und Gefäßschädigung, Überbelastung in der Einheilphase und mangelnde Primärstabilität angegeben. Die nächst häufige Verlustursache sind gravierende Veränderungen am periimplantären Gewebe, insbesondere durch Bakterien verursachte Entzündungen der Schleimhaut mit resultierendem Knochenabbau und schwindender Implantatstabilität. Allgemeiner Osseointegrationsverlust nach primärer knöcherner Einheilung ist bei den pathologischen Verlustgründen an Platz 3.

Abb. 19: Ursachen der Implantatverluste



8.3. Resultate der periimplantären Parameter

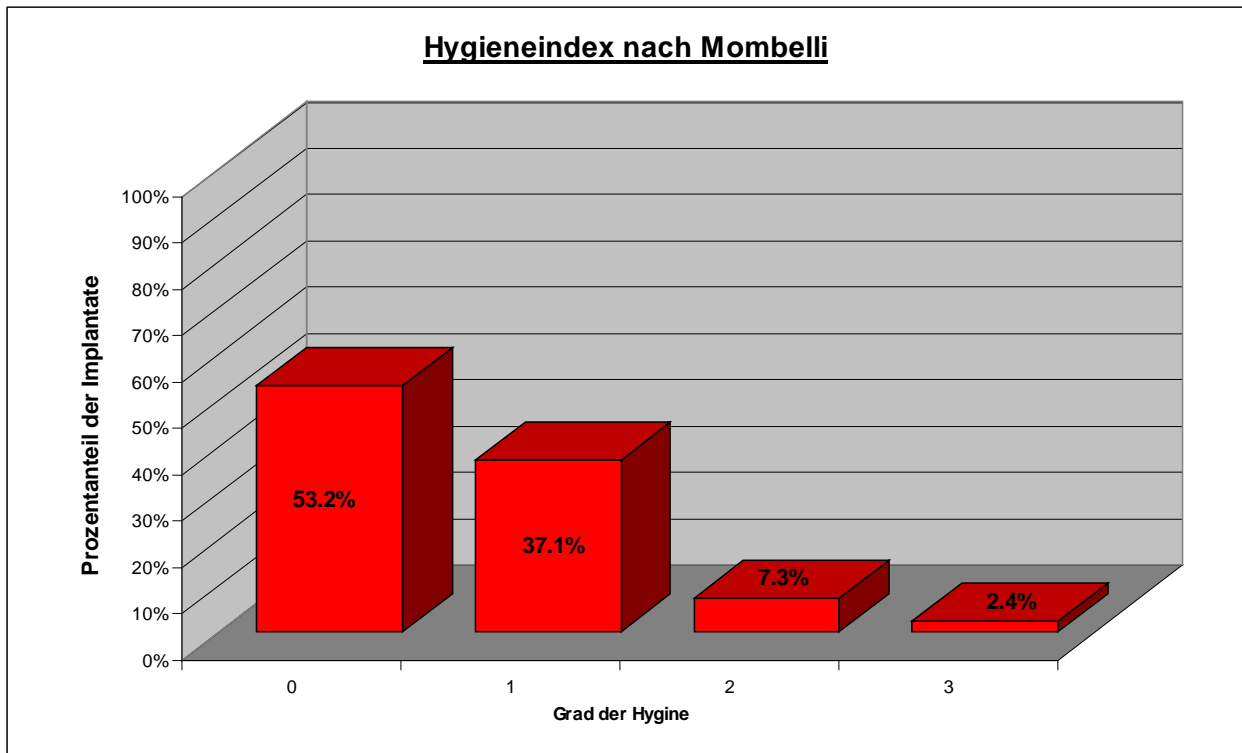
8.3.1. Hygieneindex

Bei der Überprüfung der Mundhygiene im Rahmen der Recalluntersuchungen zeigte sich bei den meisten Patienten eine gute bis mittlere Mundhygiene. Die Einstufung des ermittelten Hygieniezustandes wird gemäß Graduierung des Hygieneindex nach *Mombelli*⁶⁹ vorgenommen. Hierbei wurde an allen, im Mund des jeweiligen Patienten befindlichen Implantaten eine Überprüfung der Hygiene zirkulär um das gerade kontrollierte Implantat durchgeführt. Die Gesamtanzahl beläuft sich hierbei auf 900. 1144 Bone-Lock®-Implantate wurden inseriert, davon 244 in den 10 Jahren der longitudinalen Studie wieder explantiert.

Tab. 8: Hygieneindexgraduierung

Hygieneindex gemäß Mombelli	0	1	2	3
Anzahl der Implantate	479	334	66	21
Quote in Prozent	53,2 %	37,1 %	7,3 %	2,4 %

Abb. 20: Grafische Darstellung der Hygiene



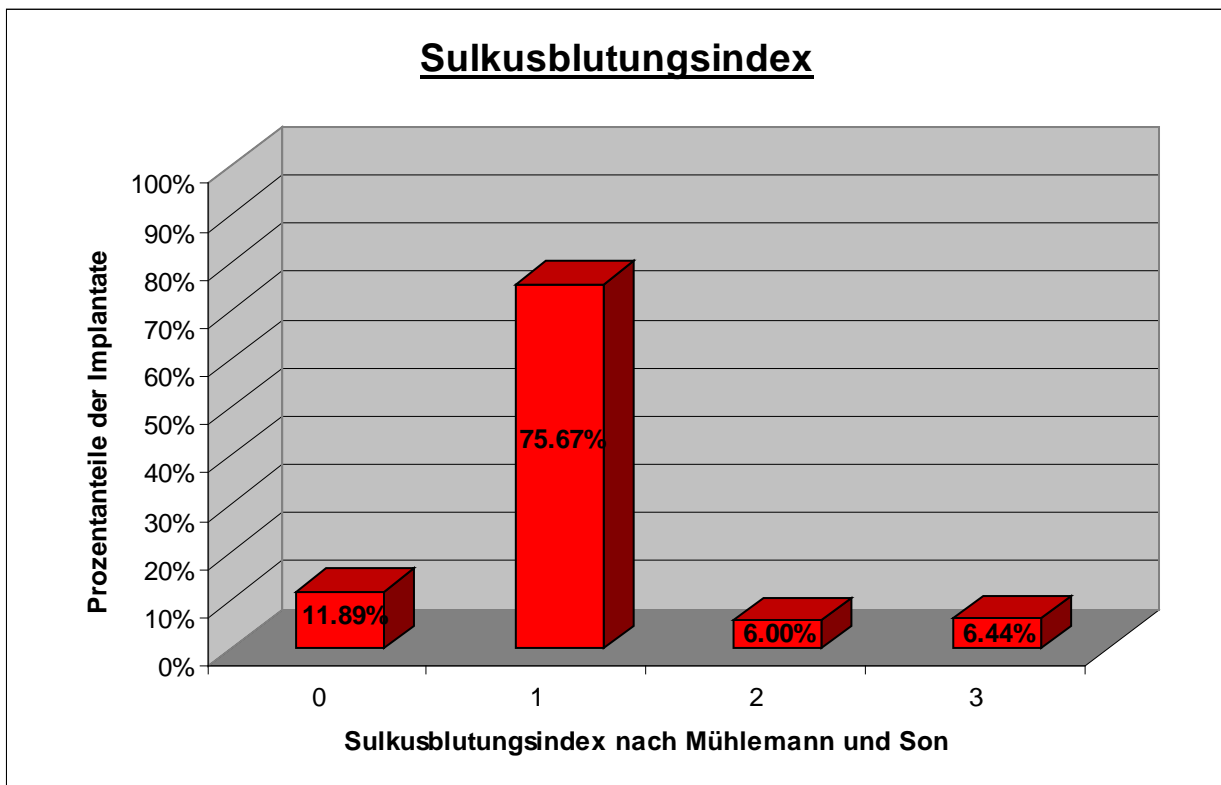
8.3.2. Sulkusblutungsindex

Im Rahmen der Messung der Taschensondierungstiefen wurde eine Parodontalsonde in den periimplantären Marginalsaum eingeführt. Die dabei gegebenenfalls entstandene Blutung wird ebenfalls graduiert unterteilt und ist in nachstehender Tabelle ablesbar. Auch hier dient die Gesamtanzahl der 900 verbliebenen Implantate als Wertebasis. Die Bedeutung der Sondierungsblutungsgrade 0 bis 3 ist in Kapitel 7.4.2. nachzulesen. Eine absolute Blutungsfreiheit nach Sondierung ließen sich an knapp 12 % aller untersuchten Implantate feststellen, $\frac{3}{4}$ aller sondierten Implantatumgebungen zeigten eine geringe punktförmige Blutung. Da dieser Parameter nicht patienten- sondern implantatbezogen erhoben wurde, ist es durchaus möglich, dass beim gleichen Patienten mit mehreren Implantaten an verschiedenen Stellen auch unterschiedliche Messwerte zustande kamen.

Tab. 9: Sulkusblutungsindex nach Mühlemann und Son

Sulkusblutungsindex nach Mühlemann und Son	0	1	2	3
Anzahl der Implantate	107	681	54	58
Quote in Prozent	11,89 %	75,67 %	6,0 %	6,44%

Abb. 21: Grafische Darstellung des Sulkusblutungsindex



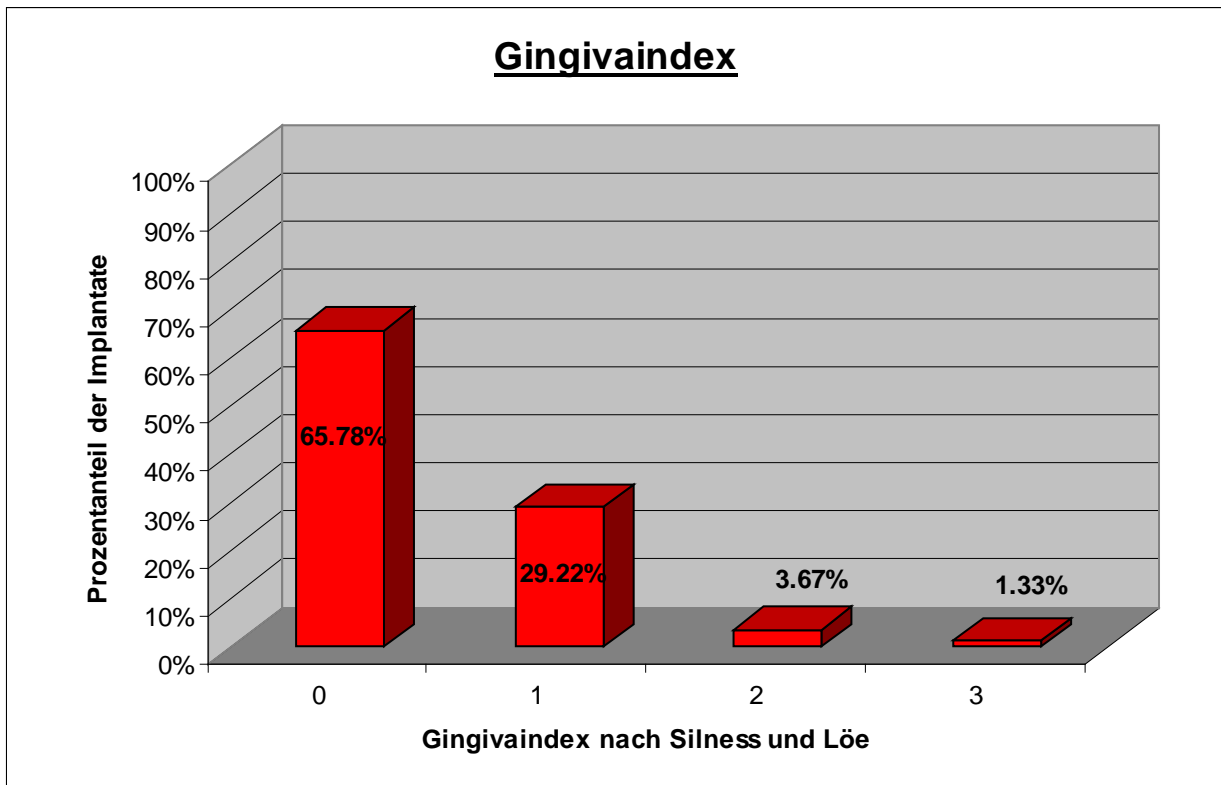
8.3.3. Gingivaindex

Neben dem oben aufgeführten Sulkusblutungsindex dient auch der Gingivaindex zur Beurteilung des Entzündungsgrades der implantatumgebenden Gingiva. Die Ergebnisse dieser Indexerhebung zeigen mit 65,8 % entzündungsfreiem periimplantären Gewebe einen überdurchschnittlich guten Weichgewebszustand. Lediglich bei 5 % aller untersuchten Implantatumgebungen lag eine behandlungsbedürftige Veränderung der Oberflächenmorphologie vor. Auch bei der Einstufung in Entzündungsgrad 2 oder 3 ist noch kein unmittelbarer Zusammenhang zum Zustand des Knochengewebes herzuleiten.

Tab. 10: Gingivaindex nach Silness und Loe

Gingivaindex nach Silness und Loe	0	1	2	3
Anzahl der Implantate	592	263	33	12
Quote in Prozent	65,78 %	29,22 %	3,67 %	1,33 %

Abb. 21: Grafische Darstellung des Gingivaindexes



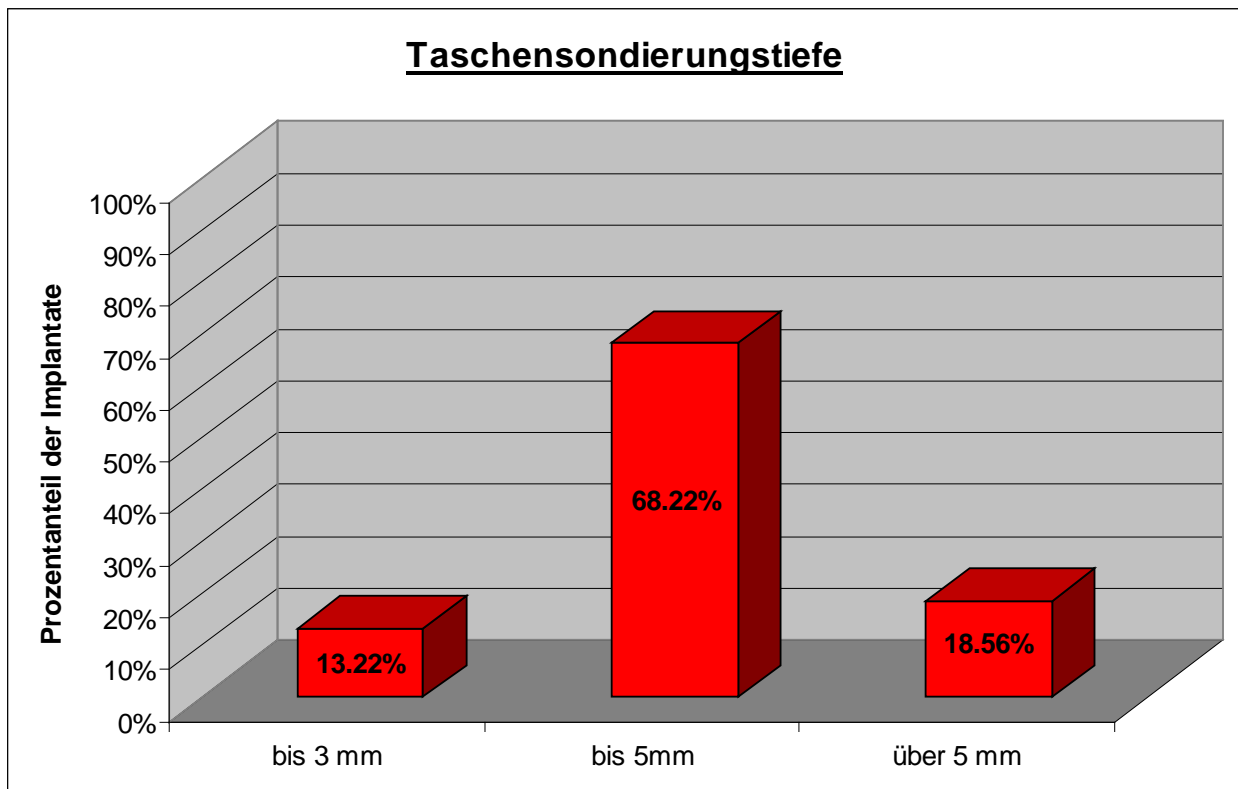
8.3.4. Taschensondierungstiefe

Die Taschensondierungstiefen mittels skaliertes Parodontalsonden lassen sich bei Messungen am Implantat nicht direkt mit Messungen an natürlicher Dentition vergleichen. Trotzdem wird hier die gleiche Messart und Werteunterteilung angewandt. Generell kam es im Laufe des Beobachtungszeitraumes zu einem geringfügigen Anstieg der gemessenen Taschensondierungstiefen. Lag die durchschnittliche Sondierungstiefe ein Jahr nach der prothetischen Versorgung auf dem jeweiligen Implantat noch bei 3,1 mm, betrug sie im 10. Jahr nach dem Einsetzen einer Suprakonstruktion im Mittel 5,0 mm. Den mit 68% größten Anteil nehmen Taschensondierungstiefen mit Werten zwischen 3 und 5 mm ein. Diese festgestellten Messwerte entsprechen den ermittelten Normwerten für Taschensondierungstiefen an natürlicher Bezahnung.

Tab. 11: Taschensondierungstiefen

Tachensondierungstiefe	bis 3 mm	bis 5mm	über 5 mm
Anzahl der Implantate	119	614	167
Quote in Prozent	13,22 %	68,22 %	18,56 %

Abb. 22: Taschensondierungstiefen als Diagramm



8.3.5. Breite der keratinisierten Mukosa

Bei der Unterscheidung der Mukosaqualität mit dem Rolltest wurden bei 91,2 % aller Patienten die für gute Ästhetik wünschenswerte Mundhygienefähigkeit und für bessere Einheilungschancen erforderliche kollagenfaserreiche keratinisierte Epitheldeckung von mindestens 2 mm Breite festgestellt.

Bei den 8,8 % der Patienten, bei denen nur geringere Breite oder lediglich kollagenarme mobile Alveolarmukosa diagnostiziert wurde, wurde auch ein prozentual höheres Risiko für bindegewebige Einheilung des Implantates festgestellt.

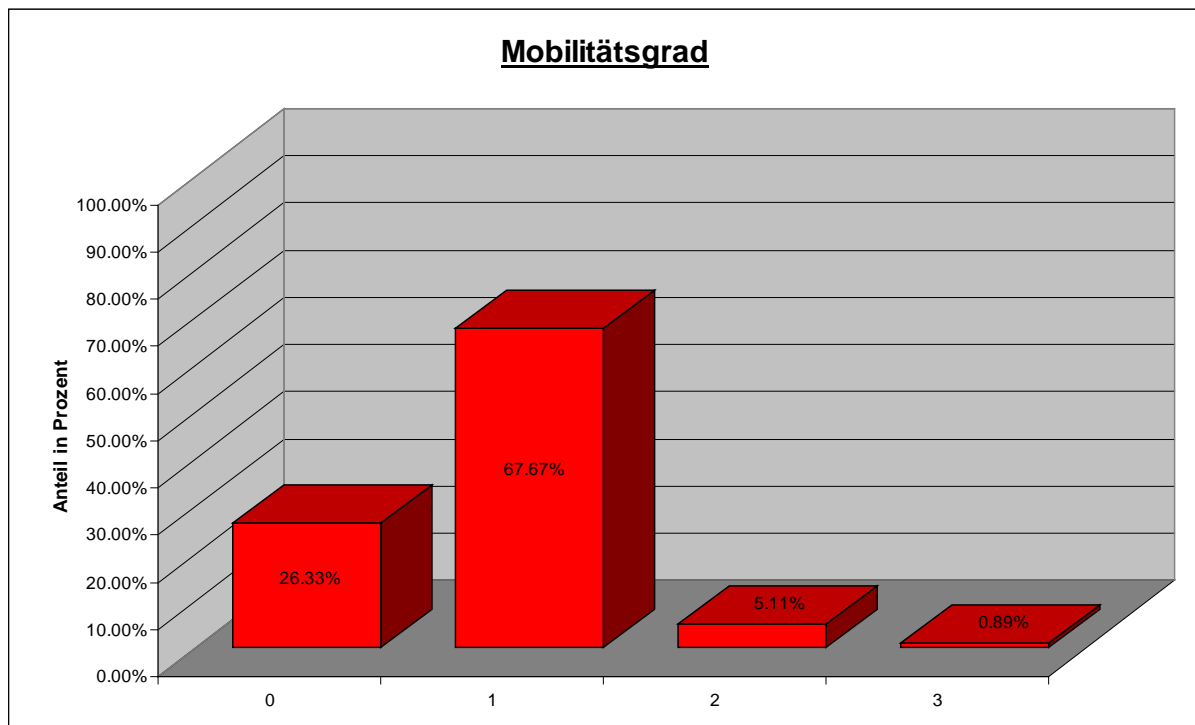
8.3.6. Manuelle Mobilitätsprüfung

Die nach Entfernung der Suprakonstruktion über dem jeweilig zu prüfenden Implantat einfach durchzuführende Kontrolle der Implantatmobilität ergab bei osseointegrierten Implantaten im hohen Prozentsatz sehr gute bis zufriedenstellende Werte. Bei lediglich bindegewebig eingehheilten Implantaten wurden demgegenüber häufiger erhöhte Mobilitäten diagnostiziert. Auch bei der Überprüfung der Mobilität wurden in 94 % aller Fälle hervorragende bis gute Werte gemessen, was sowohl vom Untersucher, als auch bei den Patienten als überaus zufriedenstellend eingestuft wurde.

Tab. 12: Mobilitätsgrad

Mobilitätsgrad	0	1	2	3
Anzahl der Implantate	237	609	46	8
Quote in Prozent	26,33 %	67,67 %	5,11 %	0,89 %

Abb. 23: Grafische Darstellung der Mobilitätsgradzuordnung



8.3.7. Klopferschallbeurteilung

Bei manueller Perkussion der Bone-Lock®-Implantate mit einem metallenen Instrumentengriff wurde an 89,3 % aller überprüften Implantate der als Indikator für ein gutes osseointegriertes Einheilungsergebnis erwünschte helle Klopferschall festgestellt.

Bei lediglich 10,7 % der perkutierten Implantate wurde eine dumpfe Resonanz wahrgenommen.

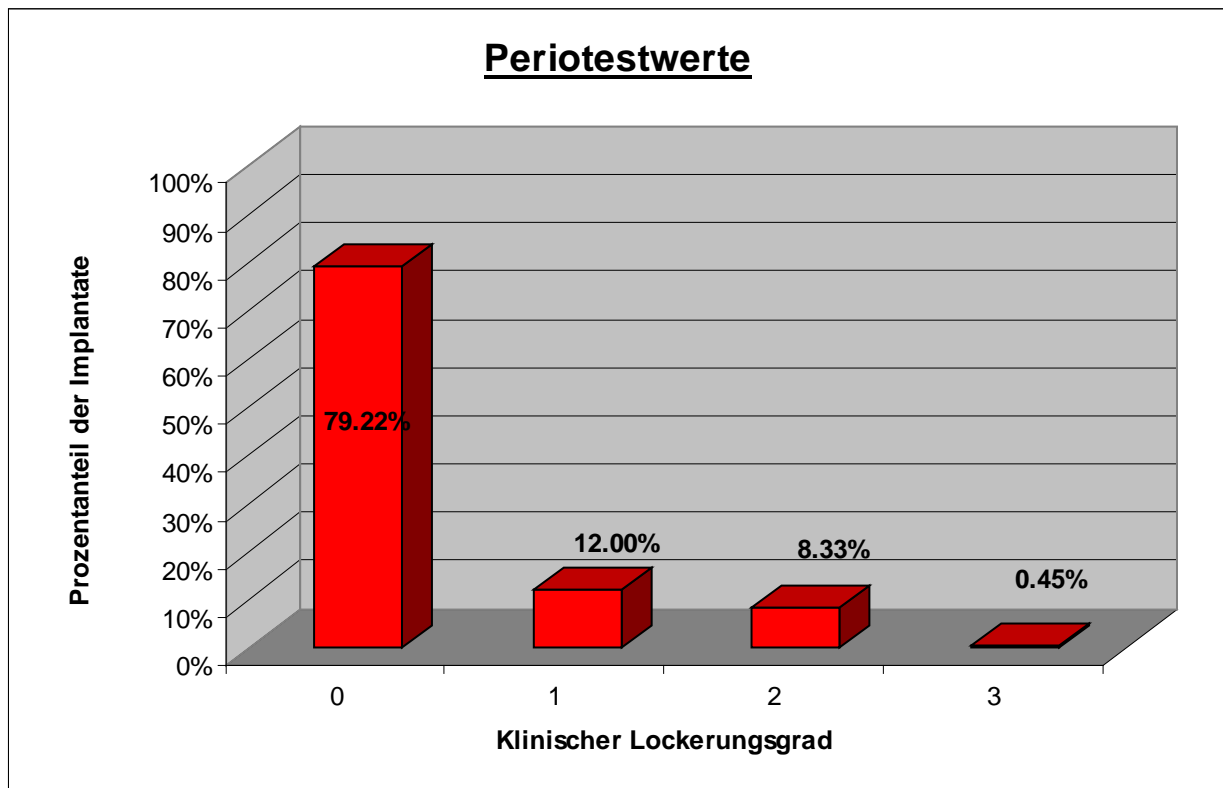
8.3.8. Periotest

Um die Festigkeit der Implantate nicht nur manuell beurteilen zu können, sondern auch eine maschinelle Überprüfung mit präzise zuzuordnenden Werten zu erhalten, wurde das von *Schulte*⁸³ für die Messung der Mobilität von natürlichen Zähnen entwickelte Periotestgerät eingesetzt. An über 79 % aller kontrollierten Implantate wurden Werte zwischen -8 und +9 gemessen, die dem Lockerungsgrad 0 zuzuordnen und somit absolut zufriedenstellend klinisch fest sind. Auch an den 12 % der Implantate mit einer geringen fühlbaren Beweglichkeit waren keine Nutzungseinschränkungen festzustellen, womit auch dieser Wertebereich als tolerabel anzusehen ist. Bei den Patienten mit den beweglichen Implantaten wurden die Recallintervalle wieder engmaschig auf vierteljährliche Kontrollen herabgesetzt.

Tab. 13: Periotestwerte

klinischer Lockerungsgrad	0	1	2	3
Periotestwerte	-8 bis +9	+10 bis +19	+20 bis +29	+30 bis +99
klinische Zuordnung	klinisch fest	fühlbar beweglich	sichtbar beweglich	mobil bei Wangen- und Zungendruck
Anzahl der Implantate	713	108	75	4
Quote in Prozent	79,22 %	12,0 %	8,33 %	0,45 %

Abb. 24: Periotestwertzuordnung als grafische Darstellung



8.3.9. Radiologische Überprüfung

Anhand der Röntgenaufnahmen konnte das Niveau der Knochensubstanz ausgemessen und mit zuvor erhobenen Werten verglichen werden. Nach longitudinaler Auswertung der Aufnahmen zeigte sich die generelle Tendenz zu einem fortschreitenden Abbau des Kieferknochens in der Umgebung der Implantate. Der Knochenverlust betrug im ersten Jahr nach der Implantation im Mittel 1,5 mm und nahm in den folgenden Jahren per Anno um durchschnittlich 0,36 mm zu. Um die Strahlenbelastung möglichst gering zu halten, wurden nicht an jedem Patienten bei jeder Recallsitzung Röntgenaufnahmen angefertigt. Daher ist die gewonnene Datendichte beim Parameter „Röntgenbilddauswertung“ kleiner und die damit verbundene Aussagekraft geringer, als bei den Parametern, die bei jedem Recalltermin erhoben wurden.

8.3.10. Kontrolle der Suprakonstruktion und Okklusion

Zur Überprüfung der Suprakonstruktion hinsichtlich Passgenauigkeit und Kontaktsituation wurde mit Okklusionsfolie zunächst die habituelle intramaxillare Interkuspitation in Statikposition, dann mit anders farbiger Okklusionsfolie die dynamische Kontaktsituation überprüft. Da die prothetischen Arbeiten vom Techniker individuell auf die Implantate des jeweiligen Patienten gearbeitet und nötigenfalls vom Zahnarzt angepasst wurden, wurden hier in 93,4 % aller Fälle optimale bis sehr gute okklusale Situationen festgestellt. Geringfügige Kontaktstörungen konnten durch Einschleifmaßnahmen sofort behoben werden. Dezementierungen wurden lediglich bei 4,6 % aller Arbeiten diagnostiziert. Spannungen oder Spalten zwischen Implantat und Suprakonstruktion wurden in 11,3 % aller Fälle festgestellt. Diese Inkongruenzen wurden jedoch nach Möglichkeit sofort labortechnisch ausgeschaltet.

8.4. Zusammenhang zwischen verschiedenen Indizes

Die vergleichende Betrachtung der Tabellen und Grafiken zu den verschiedenen erhobenen Indizes wie Hygiene, Sulkusblutung, Gingivazustand, Taschensondierungstiefe, Mobilität und Periotest mit den jeweils den Graduierungen zugeordneten Prozentwerten lässt einen Zusammenhang einiger Indizes vermuten. Tatsächlich ergab sich bei der seriellen Korrelationsprüfung nach *Jones & Boadi-Boateng*⁴⁹ bei einigen Parametern ein Zusammenhang bzw. sogar eine Abhängigkeit voneinander.

Tab. 14: Serielle Korrelation der Indizes

<u>Serielle Korrelation der Indizes</u>				
Index	α	β	Str. (β)	p
Hygieneindex - Sulkusblutungsindex	0,332	0,775	0,058	<0,000005
Hygieneindex - Gingivaindex	0,301	0,779	0,084	<0,000005
Hygieneindex - Taschensondierungstiefe	3,729	0,188	0,189	0,32
Hygieneindex - Periotest	0,355	0,030	0,079	0,71
Hygieneindex - Höhenabbau	2,675	-0,12	0,452	0,79
Sulkusblutungsindex - Gingivaindex	0,088	0,924	0,016	<0,000005
Sulkusblutungsindex - Taschensondierungstiefe	3,562	0,376	0,129	0,0037
Sulkusblutungsindex - Periotest	0,529	0,061	0,101	0,55
Sulkusblutungsindex - Höhenabbau	2,231	0,582	0,325	0,075
Gingivaindex - Taschensondierungstiefe	3,577	0,374	0,124	0,0027
Gingivaindex - Periotest	0,399	0,111	0,093	0,24
Gingivaindex - Höhenabbau	2,327	0,520	0,324	0,11
Taschensondierungstiefe - Periotest	1,510	1,076	0,267	0,00007
Taschensondierungstiefe - Höhenabbau	1,974	0,187	0,098	0,058
Periotest- Höhenabbau	0,443	1,022	0,548	0,064

Die Wertezuordnung für α =Alpha entspricht dem Nulldurchgang, β =Beta dem Anstieg, Str. (β) ist die Standardabweichung vom Anstieg und p steht für die Signifikanz. Wertermittlung nach *Ebel*²⁷.

9. Diskussion

9.1. Zielsetzung und Methoden der Erfolgsbewertung

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war es, anknüpfend an die Vorarbeiten von *Buttler*¹⁹, welcher die Ergebnisse nach drei Jahren untersuchte, *Wiesner*¹¹¹, der die Ergebnisse nach fünf Jahren aufzeigte, *Mars*⁶⁵, von ihm stammen die Ergebnisse nach acht Jahren an Tumorpatienten und *Euler*²⁹, deren Ergebnisse auf Untersuchungen an Nichttumorpatienten nach acht Jahren beruhen, die Erfolgsquote des Bone-Lock®-Implantationssystems der Firma Leibinger aus Freiburg im Rahmen einer Langzeitstudie zu erfassen und eine statistische Auswertung der ermittelten periimplantären Parameter zu erstellen. Insbesondere allgemeine statistische Daten des gesamten Patientengutes der mit dem Bone-Lock®-System versorgten Implantatpatienten zu erheben.

Ein unmittelbarer Vergleich mit dem breitgefächerten Angebot an Implantatsystemen und deren Herstellern läge zwar zunächst auf der Hand, kann jedoch aufgrund der Inhomogenität von Material, Form und Systemaufbau sowie den gesetzten Erfolgskriterien hier nicht vorgenommen werden, zumal bei Studien anderer Systementwickler und Hersteller die kritische Einheilphase, in welcher der Großteil an Implantatverlusten zu verzeichnen ist, häufig außer Acht gelassen wurde, und nur die nach einem Jahr gut etablierten Implantate in deren Studien aufgenommen wurden. Um die Bestimmung der Lebenserwartung von Implantaten im Allgemeinen und eine objektive Erfolgsbewertung eines Implantatsystems im Besonderen vornehmen zu können, sind vorab die Zielkriterien zu definieren. Durch diese Kriterien wird ein radiologischer und klinischer Befundrahmen festgelegt, bei dessen Erfüllung ein Implantat als erfolgreich angesehen wird, und jenseits dessen das Implantat als Misserfolg beurteilt werden muss. In diesem Rahmen haben der Anspruch und der geforderte Umfang der Erfolgskriterien direkten Einfluss auf die absolute Anzahl der Implantatmisserfolge. Die Bedeutung dieser Anzahl ergibt sich dann jedoch erst aus der quantitativen Relation zum untersuchten Gesamtpatientenkollektiv. Ebenfalls von wesentlicher Bedeutung für eine statistische Aussage über die Lebenserwartung von Implantaten ist die Art der mathematischen Analyse. Die Ermittlung der Erfolgsrate eines Implantatsystems erfolgt nach heutiger

Ansicht korrekterweise mittels einer Verweildaueranalyse. Im Gegensatz zur häufig verwendeten Input-Output-Statistik, bei welcher ein Quotient aus allen verlorenen zu den gesetzten Implantaten gebildet wird, ergibt sich mittels Verweildaueranalyse eine realistischere Betrachtungsweise der Misserfolge. In der Verweildaueranalyse wird die Wahrscheinlichkeit eines Implantatverlustes entsprechend seiner Liegezeit berechnet. Allerdings liegen hier die Misserfolgsraten wesentlich höher, da dieser liegezeitbezogene Langzeiteffekt bei der einfachen Input-Output-Statistik nicht mit einbezogen wird. Allgemein ist anzumerken, dass eine wesentliche Voraussetzung für die Validität von statistischen Analysen die Angabe der Methode und die adäquate Beschreibung des untersuchten Patientenkollektivs ist. Die hier geschilderten Ansätze und Methoden müssen am Nachweis wissenschaftlich dokumentierter Langzeiterfahrungen und entsprechender Richtlinien festgemacht werden. Es existieren international anerkannte Richtlinien, die in der National Institutes of Health = NIH-Konferenz von *Schnitman* und *Shulman*⁹⁰ 1980 erarbeitet und definiert wurden. Hierbei wurde für ein erfolgreich osseointegriertes Implantat ein maximaler Knochenverlust von 33 % der enossalen Implantatabschnittlänge und eine klinische Mobilität von 1 mm toleriert. Es sollen keine Infektionszeichen und keine therapieresistente Gingivitis vorliegen. Des Weiteren keine Schädigung von anatomischen Strukturen wie Nerven, Zähnen, Kieferhöhle, Mandibularkanal oder Nasenboden. In der von *Albrektsson et al.*³ 1986 vorgegebenen Erfolgsdefinition wurden strengere Kriterien vorgegeben. Hierbei wurde die absolute Immobilität eines singulären, unverblockten Implantats gefordert. Nach dem ersten Jahr der Implantatbelastung darf der jährliche vertikale Knochenabbau nicht mehr als 0,2 mm betragen. Es soll keine periimplantäre radiologische Transluzens zirkulär um das Implantat, keine Verletzung von Nerven sowie völlige Infektionsfreiheit vorhanden sein. Sondierungstiefen von 4 mm und mehr wurden diesbezüglich ebenfalls als Nachweis einer periimplantären Entzündung interpretiert, und die betreffenden Implantate im Sinne von *Albrektsson*² lediglich als Teilerfolg gewertet. Das Erscheinungsbild der einzelnen Implantate soll geprägt sein durch die Abwesenheit aller Anzeichen und Symptome von Schmerz, Infektionen und Parästhesien. Um als Erfolg zu gelten, darf bei *Buser et al.*¹⁸ 1990 ebenso keine persistierende periimplantäre Radiotransluzens sichtbar sein und um das Implantat keine Infektion mit Sekretion vorhanden sein. Der maximale Lockerungsgrad wird mit I angegeben, und der Patient soll keine persistierenden Beschwerden wie Schmerzen,

Fremdkörpergefühl oder Taubheit haben. *Jahn* und *d'Hoedt*⁴⁸ entwickelten 1992 einen modifizierten Kriterienvorschlag, weil nach dem Vorschlag von *Albrektsson*² im ersten Jahr der Liegedauer die Entscheidung zwischen Erfolg und Misserfolg wegen einer fehlenden Grenze für den zulässigen, periimplantären radiologisch festgestellten Knochenabbau nicht definiert ist. Sie klassifizierten anhand von klinisch und radiologisch bei Recalluntersuchungen erhobenen Parametern den Erfolg als einen befriedigenden Zustand, einen Misserfolg als unbefriedigenden Zustand. Präziser forderten sie eine zirkuläre Tiefe des Sulcus von höchstens 4 mm bei zwei aufeinander folgenden Messungen in Recallkontrollen. Das Implantat soll radiologisch keinen zweiseitig durchgehenden Spalt aufweisen, welcher breiter als 0,5 mm ist. Ein angulärer Knochendefekt darf maximal 30 % der Länge des konstruktiv enossalen Implantatanteiles betragen. Hierbei wird zur Beurteilung der Mittelwert aus der mesialen und der distalen Messung am Röntgenbild ermittelt. Die klinische Beweglichkeit darf den Mobilitätsgrad I gemäß der Klassifikation der Deutschen Gesellschaft für Parodontologie nicht überschreiten. Eine subjektive Zufriedenheitsbewertung seitens des Patienten darf schlechtestenfalls mit der Schulnote 3 beurteilt werden, um noch als Erfolg zu gelten. Von *Naert et al.*⁷³ 1992 und *Snauwaert et al.*⁹⁶ 2000 wird zur Einstufung als Erfolg gefordert, dass das bewertete Implantat bereits prothetisch versorgt sein muss, ein maximaler Periotestwert von +8 bei den Kontrollen ermittelt wird, keine periimplantäre Radiotransluzens festzustellen ist, keine Implantatfraktur vorliegt und keine implantatinduzierten Parästhesien, Infektionen oder Schmerzen bei den Untersuchungen diagnostiziert werden. Noch etwas weiter gehend sind die Forderungen von *van Steenberghe*⁹⁸ 1997. Auch bei ihm dürfen im intraoral mit Paralleltechnik erstellten Zahnfilm keine Radiotransluzenzen feststellbar sowie keine Biege- und Frakturzeichen vorhanden sein. Vom Implantat dürfen keinerlei allergische, toxische und anhaltend entzündliche Reaktionen ausgehen, weder lokal noch systemisch. Das Implantat muss als Einzelzahn bereits prothetisch versorgt sein oder als Anker für eine ausgedehnte funktionelle prothetische Versorgung dienen und darf weder bei manueller, noch bei maschineller Überprüfung Mobilität aufweisen. *Cochran*²⁰ nennt darüber hinaus als weitere Erfolgskriterien: Beim Implantat darf keinerlei mechanisches Versagen wie beispielsweise eine Fraktur diagnostiziert werden, es muss bei allen Untersuchungen eine Abwesenheit von Weichteilkomplikationen festgestellt werden und es muss im Bedarfsfall die

Möglichkeit einer chirurgischen Entfernung des Implantates gewährleistet sein. Anhand der Vielzahl der Forderungen und der teilweise differierenden statistischen Verfahren und Bewertungsmaßstäbe, welche für die Erfolgseinstufung eines Implantats angelegt werden, ist es schwierig, direkte Vergleiche zu ziehen, die allen Autoren gerecht werden.

9.2. Erfolgsquote des Bone-Lock®-Systems

Für die Bewertung der Erfolgsquote des Bone-Lock®-Systems wurden daher, um die Chronologie und Vergleichbarkeit zu gewährleisten, in dieser Studie, anknüpfend an die Voruntersucher, vorwiegend die Erfolgskurven nach *Kaplan-Meier*⁵¹ angewandt. Jedoch sind auch hier vorab einige Aspekte zu erwähnen, welche die Aussagefähigkeit dieser longitudinalen Beobachtung beeinflusst haben. Da ein Beobachtungszeitraum von über 10 Jahren mit der gleichen Basispatientenkollektive und diversen Untersuchern vorliegt, sank teilweise die Compliance der Patienten, mit der Folge, dass diese nicht mehr regelmäßig zu den anberaumten Recallterminen erschienen. Was bei telefonischen Rückfragen beim Patienten häufig damit begründet wurde, dass ja über einen sehr langen Zeitraum keine Probleme auftraten und sie nicht wissen, weshalb sie dann weiterhin so häufig untersucht werden müssen. Einige Patienten wollten nach einem Umzug aus dem Raum Würzburg den weiten Anfahrtsweg nicht mehr auf sich nehmen, wieder andere gaben an, bei ihrem Hausarzt nachgesorgt zu werden. Auch die unterschiedlichen Behandler erlangten, trotz recht guter Vereinheitlichung und Reproduzierbarkeit der Untersuchungsmethoden, nicht immer einheitliche Messwerte beim gleichen Patienten. Dies mag einerseits an intraindividuellen Veränderungen des Gewebes und der Knochensubstanz durch Abbauprozesse liegen, oder auch an nicht ganz identischen Druck sowie geringen Abweichungen der Sondierungsstellen bei Messungen mit der PA-Sonde und unterschiedlichem Ansatzwinkel und Ansatzstelle bei Periotestmessungen. Ähnliche Problematik fand sich bei der Erstellung und Auswertung von Röntgenaufnahmen: Trotz vorgefertigter Haltesysteme konnten geringfügige Winkelabweichungen und Unschärfen nicht vermieden werden, die in einem entsprechend abweichenden Bild resultierten. Bei der Messung des Knochenniveaus musste mit Messschablonen gearbeitet werden, die nicht von jedem

Untersucher ganz identisch angelegt wurden, auch aufgrund der oben angeführten Winkelabweichung nicht 100 % deckungssynchron angewandt werden konnten. Ein weiterer, hier zu nennender, Aspekt ist die gesteigerte Angst der Patienten vor negativen Auswirkungen der kumulierten Röntgenstrahlenbelastung, die sich in verminderter Bereitschaft, jährlich Röntgenaufnahmen erstellen zu lassen, widerspiegelt. Eine zusätzliche methodische Problematik ergab sich durch die Frage, ob man bei den Patienten, die nicht nur eine Einzelzahnimplantatversorgung bekamen, sondern gleich mit mehreren Implantaten versorgt wurden, auch die Bewertung aller Implantate in die Studie mit einbeziehen soll oder lediglich eines davon. Biomathematiker und Statistiker wie *Axmann*⁶ sind der Meinung, dass bei der statistischen Analyse von Implantaten nur ein zufällig ausgewähltes Implantat pro Patient auszuwerten sei. Kliniker wie beispielsweise *Dietrich et al.*²⁵, legen wiederum ihr Augenmerk auf die Breite der Informationsgewinnung. Auch in der hier vorliegenden Studie wurden alle gesetzten Implantate in die Bewertung mit einbezogen, um eine möglichst realistische Bewertung mit einer ausreichend großen Datenmenge zu erreichen. Unter Einschluss sämtlicher inserierter Implantate ergibt sich zunächst unabhängig von der Indikationsstellung und ungeachtet der Durchmesser und Implantatlengthen eine 5-Jahres-Erfolgsquote von 83,02 % und eine 10-Jahres-Erfolgsquote von durchschnittlich 78,7 %. Diese Werte sind, verglichen mit den Erfolgsquoten von konventionellem Zahnersatz, durchaus zufriedenstellend, da beispielsweise die 10-Jahres-Erfolgsrate von Einzelkronen bei 70 - 75 % liegt und nur 50 % aller endodontisch behandelten Zähne nach 10 Jahren noch in Situ waren *DGZMK*²⁴. Der Blick zu anderen Studien, bei denen die Erfolgsrate von Implantaten geprüft wurde, ist hier nur schwer zum unmittelbaren Vergleich heranzuziehen, da in diesen Studien andere Fallzahlen, und meist auch kürzere Beobachtungszeiträume, zur Anwendung kamen. In einer Vergleichsstudie verschiedener Implantattypen gaben *Heners et al.*⁴⁴ 1991 für ITI-Implantate eine 8-Jahres-Erfolgsquote von 82 %, für das Frialit-Implantat eine 12-Jahres-Erfolgsquote von 62,7 % an. In der Studie von *Müller*⁷¹ liegen für bizylindrisch-konische Stifte® nach *Rixecker & Schill*⁸⁴ bei geschlossenen Implantaten die 5-Jahres-Überlebensquoten bei 72,3 %, nach 9,5 Jahren bei 57 %. Bei offenen enossalen Implantaten waren sowohl nach 5- als auch nach 9,5-jährigem Beobachtungszeitraum noch 93 % aller beobachteten Implantate vorhanden. In der Langzeituntersuchung von hydroxylapatit-beschichteten Implantaten kamen *Binahmed et al.*¹⁰ 2007 zu dem Ergebnis, dass die kumulative

Überlebensrate nach 10 Jahren in der Mandibula bei 85,4 % lag, in der Maxilla bei 70,59 %. Die Gesamt-Überlebensrate der 302 Implantate an 90 Patienten belief sich hier auf 81,97 %. In der prospektiven 10-Jahres-Studie an teilbezahnten Patienten mit und ohne Parodontitis von *Behle*⁷ wurde bei den von Parodontitis betroffenen Patienten eine Erfolgsquote von 82,86 % festgestellt, bei den parodontal gesunden Patienten waren nach 10 Jahren noch alle Implantate in Situ. Hierbei ist jedoch die recht geringe Fallzahl von 5 Patienten mit 35 Implantaten auf der Seite der Parodontitispatienten und nur 7 Implantaten bei parodontal gesunden Patienten anzumerken. In der Mehrzahl der Langzeituntersuchungen fällt auf, dass die größten Verluste in den ersten 2 Jahren nach der Eingliederung der Implantate zu verzeichnen sind. So ist auch bei einigen Untersuchern das kritische erste Jahr nicht in die Verlustquoten mit eingerechnet worden, was teilweise 10-Jahres-Erfolgsquoten von 100% beschert, gemäss *Behle*⁷ 2007. Solche Resultate sind dann recht kritisch zu hinterfragen, bzw. sollten in solchen Fällen die genauen Untersuchungsbedingungen und Auswertungsmodalitäten nachgelesen werden, um keine unrealistischen Vergleiche anzustellen. Bereits bei der Entwicklung des Bone-Lock®-Systems wurde der Erkenntnis Rechnung getragen, dass zu einer stabilen, belastbaren Integration der Implantate eine hemidesmosomale Verbindung zwischen dem Kieferknochen und dem Implantat entstehen muss, was am besten durch eine entsprechende Oberflächenbeschichtung und Geometriewahl des Implantatkörpers gelingt. Es wurde deshalb eine, der natürlichen Zahnwurzel recht ähnliche Konusschraube aus Titan entwickelt, welche mit Titanzirkonoxid beschichtet wurde, um im Bereich des Apex und der ehemaligen Zahnwurzel eine gute Anlagerung des Knochens zu gewährleisten. Im supragingivalen Bereich und in der Region, in der später die Suprakonstruktion liegen wird, ist vor allem eine geringe Plaqueanlagerung anzustreben, was hier durch Beschichtung des supragingivalen Implantatanteiles mit dem verschleißfesten und plaqueansatzhemmenden Titan-Niob-Oxinitrit erreicht werden konnte, dessen Zusammensetzung 1994 von *Thull und Reuther*¹⁰⁵ nochmals optimiert wurde.

9.2.1. Erfolgsquote differenziert nach Indikation

Eine Differenzierung der Erfolgsquoten nach Einsatzindikation zeigt die, mit 801 Anwendungsfällen, am häufigsten gestellte Indikation „Zahnlos“ im gesamten Beobachtungszeitraum als die erfolgreichste Indikation. Hier ist nach 10 Jahren lediglich ein Verlust von 18,7 % zu verzeichnen. Die Zuordnung „Schaltlücke“ schneidet mit Verlustquoten von 20,2 % nach 5 Jahren und 22,2 % nach 10 Jahren als die zweit erfolgreichste Indikation ab. Es folgt der Einsatz der Implantate in der Freundsituation, die in 160 Fällen verwendet wurde und nur noch in 62,5 % aller Fälle eine Lebensdauer von 10 Jahren erreichte. Das Schlusslicht bildet sowohl in der Anwendungszahl $n=57$, als auch in der Erfolgsrate mit 40,2 % nach 10 Jahren der Einsatz der Implantate bei der gestellten Indikation „Einzelzahnversorgung“. In der angestellten Auswertung folgte die Differenzierung nach den unterschiedlichen Implantatlängen.

9.2.2. Erfolgsquote differenziert nach Implantatlängen

Das Bone-Lock®-System wurde in verschieden farbcodierten Implantatlängen mit gelb=9 mm, rot=11 mm, blau=13 mm, grün=15 mm und schwarz=17 mm angeboten. Die Anwendungshäufigkeit beginnt mit der mittleren Implantatlänge von 13 mm in 357 Fällen, gefolgt vom 15 mm langen Implantat in 335 Fällen und dem, mit 17 mm am längsten Implantat in 205 Fällen. Das 11 mm lange Implantat wurde 196 mal verwendet, das kürzeste 9 mm-Implantat fand nur 51 mal Anwendung. Wie zu erwarten war, steigt mit der Implantatlänge auch die Stabilität und die damit korrelierende Erfolgsquote. Nach der 10-jährigen Verweildauer befanden sich noch 81,3 % der längsten Implantate in Situ, die 15 mm-Implantate hatten im gleichen Zeitraum eine Erfolgsquote von 77,5 % zu verzeichnen. Die am häufigsten verwendeten 13 mm langen Implantate nehmen nicht nur in der Länge den Mittelplatz ein, sondern auch in der Erfolgskurve. Nach 10 Jahren waren noch 70,1 % am Implantationsort. Rapide sanken die Erfolgsquoten bei den kürzeren Implantaten. Hier waren nach einem Jahrzehnt noch 57,1 % der inserierten 11 mm-Implantate vorzufinden und lediglich 48,4 % der 9 mm langen Implantate. Ursächlich für das schlechte Resultat der kürzeren Implantate sind in erster Linie drei Faktoren:

geringere Implantatdimensionen in Länge und Durchmesser gehen einher mit einer kleineren potentiellen Knochen- und Faseranlagerungsfläche, so dass im Falle einer eintretenden Periimplantitis mit konsekutivem Knochenverlust, bei einer ohnehin kleineren Knochenanlagerungsfläche auch bei gleichem Substanzverlust gemessen in mm, der relative Verlust bei kurzen Implantaten weit höher ins Gewicht fällt. Würden beispielsweise 3 mm Knochen verloren gehen, entspräche dies schon 1/3 eines 9 mm-Implantates, während der gleiche Knochenverlust bei einem Implantat von 17 mm Länge nur 17,6 % betragen würde. Der zweite limitierende Faktor ist eine geringere postoperative Primärstabilität der kürzeren Implantate, die mit der erhöhten Gefahr einer bindegewebigen Einscheidung und resultierendem Implantatverlust einhergeht. Faktor Nummer drei lässt sich physikalisch mit dem Hebelgesetz begründen. Kürzere Implantate müssen bei identischer Aufbauhöhe, gemäß der Gesetzmäßigkeit bei Krafteinwirkung einem höheren Druck standhalten als längere Implantate. Aus den geschilderten Gründen ist die Anwendung von kurzen Implantaten wirklich nur dann indiziert wenn keinerlei Möglichkeit besteht, das Knochenlager durch augmentative Maßnahmen in der Dimensionierung zu verbessern.

9.2.3. Erfolgsquote differenziert nach Durchmessern

Absolut identisch ist die Situation bei Betrachtung der verwendeten Implantate hinsichtlich ihrer Durchmesser. Es stehen die Durchmesser 3,5 mm und 4,5 mm zur Auswahl. Verwendet wurden 172 Implantate des kleineren Durchmessers und 972 Bone-Lock®-Implantate mit dem Durchmesser 4,5 mm. Die Erfolgsraten nach 5 Jahren beliefen sich auf 63,4 % bei 3,5 mm und 89,7 % bei 4,5 mm. Nach 10-jährigem Anwendungszeitraum befanden sich noch 55,2 % der dünneren und 81,9 % der 4,5 mm starken Implantate in Situ. Neben dem oben bereits erörterten Aspekt der geringeren Knochenanlagerungsfläche, ist auch die geringer dimensionierte Verbindungsschraube, die den prothetischen Aufbau mit dem im Knochen gelegenen Teil des Implantates verbindet, mechanisch höher belastet als bei einem größeren Implantatdurchmesser. Die Frakturwahrscheinlichkeit bei den, durch Kaubelastung entstehenden Kräfteübertragungen ist bei einer geringer dimensionierten Schraube weit höher als bei einer dickeren.

9.2.4. Erfolgsquote differenziert nach Geschlecht

Eine geschlechterspezifische Betrachtung des Patientengutes hinsichtlich der Erfolgsraten ergibt bis zum Jahr 7 nur recht geringe Abweichungen. Wobei in den Jahren 1, 2, 7, 8 und 10 die Männer etwas bessere Quoten zu verzeichnen haben. In den Jahren 3, 5 und 6 liegen die Erfolgsraten bei den Frauen prozentual höher. Im zehnten Jahr des Beobachtungszeitraumes liegt die Erfolgsquote bei den Männern bei 81,7 % bei den Implantatträgerinnen bei 76,3 %. Eine Aussage, dass Implantate bei Männern generell eine bessere Prognose zukommt, ist aus dieser 5,4-prozentigen Differenz jedoch nicht abzuleiten.

9.3. Periimplantäre Parameter bei der Erfolgsbewertung

Bislang wurden lediglich quantitative Erhebungen zu den Implantatverlusten erhoben, in der Literatur stößt man aber auch häufig auf Spekulationen und Studien über die Ursachen von Implantatverlusten. Generell wird eine Aufteilung in technische Ursachen, deren Anteil bei ausreichender Implantatdimensionierung proportional sinkt, wie *Hobo et al.*⁴⁵ 1989, *Tetsch et al.*¹⁰³ 1990 und *Worthington*¹¹⁴ 1993 herausgefunden, und in pathologische Gründe vorgefunden. *Spiekermann*⁹⁷ 1994 spricht hier von ehemals osseointegrierten Implantaten, die durch eine Entzündung bakterieller Genese verloren gehen. Die klassischen Entzündungszeichen nach Celsus: Rubor, Dolor, Calor, Tumor und Functio laesa sind verursacht durch bakterielle Infektion mit endogenem und exogenem Wirkmechanismus. Da aber am Implantat die natürliche Barriere des Desmodonts nicht gegeben ist, können diese Bakterien und die von ihnen ausgeschiedenen Toxine leichter in tiefere Gewebeschichten vordringen als an natürlicher Dentition. Ein unbehandeltes Fortschreiten dieser Entzündung resultiert dann häufig in einer Periimplantitis, die in dem oben genannten Verlust des vormals osseointegrierten Implantates gipfelt. Die bindegewebige Einheilung macht mit 1/3 aller Implantatverlustgründe einen weiteren Hauptanteil der pathologischen Verlustursachen aus. Die technischen Verlustgründe sind in erster Linie Frakturen des Implantates und der Verbindungsschraube, oder sonstige Materialermüdungen. Das Aufspüren von fehlerhaftem oder bruchgefährdetem Material und das rechtzeitige Entdecken pathologischer Zustände

um schnell durch therapeutische Maßnahmen gegensteuern zu können ist Hauptaugenmerk in den Recalluntersuchungen. Indikatoren für mögliche Störungen bieten die dabei erhobenen Parameter. Die Nachuntersuchungen boten hinsichtlich der nach *Mombelli et al.*⁶⁹ erhobenen Hygienegraduierung mit 90,3 % im hervorragenden bis sehr guten Bereich mit kaum Plaqueansiedlung, ein befriedigendes Resultat. In einer Vielzahl anderer Studien zu diversen Implantatsystemen wurde der Hygieneindex nach *O`Leary et al.*⁷⁶ angewandt, was einen unmittelbaren Vergleich nicht zulässt.

Ähnlich gute Werte wie beim Hygieneindex zeigen sich bei der Erhebung des Sulkusblutungsindex nach *Mühlemann und Son*⁷⁰. Hierbei wurden an 87,56 % der untersuchten Implantatumgebungen nach einer Sondierung keine bis geringe punktförmige Blutungen festgestellt, was für eine relative Entzündungsfreiheit des implantatumgebenden Gewebes spricht. Prozentual noch etwas besser schneidet die Ermittlung des Gingivaindex nach *Silness und Löe*⁹⁴ ab. Hier fanden sich 95 % der getesteten Implantatumgebungen entzündungsfrei, oder mit minimalen Entzündungszeichen, was wiederum für einen sehr guten Weichgewebszustand spricht. Der dabei ermittelte mittlere Gingivaindex beträgt 0,41. Dies stellt einen weit besseren Wert dar als die, in den Vergleichsstudien von *Flemmig und Höltje*³¹ an IMZ-Implantaten ermittelten Gingivaindexwerte von 0,9 bzw. 0,52 von *Betz*⁹ in einer 5-Jahres-Studie an Bone-Lock®-Implantaten. Bei der Erhebung der Messwerte nach der Taschensondierung sind einige Aspekte zu bedenken, die eine Vergleichbarkeit der Messungen unter Umständen erschweren. Nicht jeder Patient toleriert eine invasive Messung ebenso gut wie beispielsweise den Mobilitätstest mittels Fingerdruck. Da beim Sondieren unter leichtem Druck eine Sonde in das implantatumgebende Gewebe eingeführt wird und darauf gelegentlich eine wenig positive Reaktion, insbesondere von empfindlichen Patienten erfolgt, ist durchaus denkbar, dass nicht jeder Behandler konsequent mit gleichem Druck die Messungen weiter durchführt, was Einfluss auf die Messungen und die Reproduzierbarkeit der Messwerte hat. Ebenso verhält es sich mit dem Aufsuchen der Sondierungsstellen. Es ist nahezu unmöglich bei jeder Untersuchung des Patienten nach einem halbjährlichen Zeitintervall wieder die absolut gleiche Stelle zu treffen. Hier können bereits kleine Abweichungen unterschiedliche Messwerte ergeben. Um zumindest keine Differenzierung bei der Verwendung der skalierten Sonden zu haben, wird bei allen Untersuchungen eine genormte Sonde des gleichen Typs verwendet.

Die über den gesamten Untersuchungszeitraum erhobenen Taschensondierungstiefen, die nach Sondierung mit einer Parodontalsonde des Typs Aesculap DB 769 zirkulär um das Implantat auf Gingivaniveau abgelesen wurden, ergeben einen mittleren Wert von 3,6 mm \pm 1,1 mm. Die Werte nahmen aber nicht, wie man vielleicht erwarten könnte, stetig zu, sondern schwankten von Messung zu Messung, gelegentlich durchaus auch mit abnehmender Tendenz. Die von *Mars*⁶⁵ an, mit dem gleichen Implantatsystem versorgten, Tumorpatienten gewonnenen Werte ergaben eine durchschnittliche Taschensondierungstiefe von 4,6 mm. *Wiesner*¹¹¹ fand 1998 einen Durchschnittstaschentiefenwert von 5,1 mm, bei *Kovács*⁵⁵ betrug der Mittelwert 5,25 mm. Der am Bone-Lock®-Implantatsystem aufgrund seiner Geometrie relativ leicht zu erhebende Taschensondierungstiefenwert wurde von einigen Klinikern wie *Duyck und Naert*²⁶ 1998 für andere Implantatsysteme aufgrund der Unzugänglichkeit der Messstellen an Implantatschultern, Schrauben oder Disks als zu wenig aussagekräftig abgelehnt. Trotz einiger möglicher Widrigkeiten bei der Gewinnung der Messwerte, ist ein Test mit millimetergenauen Werten aussagekräftiger als Indizes mit lediglich graduiert abgestuften Werteangaben.

Um die Festigkeit der inserierten Implantate zu kontrollieren wurde zunächst, sofern das möglich war, die Suprakonstruktion abgenommen, dann mit der Fingerbeere oder einem metallenen Instrumentengriff eine okklusalintrudierende und eine seitliche Mobilitätsprüfung durchgeführt. Die, je nach möglicher Implantatauslenkung getroffene, graduierte Einteilung fällt zu 94 % in den Werten 0 und 1 sehr zufriedenstellend aus. Dies ist gleichbedeutend mit keiner bis geringer Auslenkung des Implantatkorpus. Gleichzeitig mit der augenscheinlichen seitlichen Auslenkungsprüfung, bei der Perkussion mit dem metallenen Instrumentengriff, kann nach Gehör auch der Klopfeschall beurteilt werden. Ein dumpf klingender Klopfeschall spricht für eine bindegewebige Implantateinscheidung mit niedriger Festigkeit, ein sonorer Klopfeschall entspricht einer knöchernen Einheilung mit hoher Implantatfestigkeit. Bei fast 90 % aller Implantate wurde ein zufriedenstellender heller Schall wahrgenommen. Die recht subjektiven Ergebnisse der letzten beiden Untersuchungen: manuelle Festigkeit und Klopfeschall wurden mit dem von *Schulte*⁹¹ zur Messung an natürlichen Zähnen entwickelten und *Lukas et al.*⁶³ 1991 beschriebenen Periotestgerät präzisiert. Um eine reproduzierbare, genaue Messung zu erreichen, muss jegliche Verbindung zwischen den einzelnen Implantaten durch

eine Suprakonstruktion bzw. einen verschraubten oder zementierten Steg abgenommen werden. Die Messung sollte immer in identischer Höhe über dem Gingivaniveau erfolgen, der pulsierende Stößel des Gerätes muss ungehindert und gerade auf dem Implantat auftreffen können. Ein vom Gerät ausgehendes akustisches Signal lässt ergänzend eine hörbare Prüfung der korrekten Messung zu, bzw. ein Missklang zeigt an, dass die Messung nicht präzise verläuft. Der gemittelte klinische Lockerungsgrad entspricht über den Beobachtungszeitraum einem Wert von 0,3; der korrelierende Periotestwert liegt bei durchschnittlich 1,31. 79 % aller geprüften Implantate waren klinisch fest, 12 % fühlbar gering beweglich. Kovács⁵⁵ 1998 ermittelte einen Durchschnittsperiotestwert von 2,25 an Patienten mit Tumor, Richter⁸³ 1992 fand bei TPS-Implantaten einen Mittelwert von -1,9. Bei Untersuchungen von Mars⁶⁵ 2000 liegt der gefundene Durchschnittswert bei 3,9 und Eulert²⁹ berechnete 2001 einen mittleren Periotestwert von 1,132.

Die radiologische Überprüfung des Knochenniveaus ergab einen stetig zunehmenden, nicht reversiblen Verlust an Knochengewebe. Zwar ist der, im ersten Jahr postimplantativ, ermittelte Durchschnittswert von 1,5 mm Knochenverlust in den folgenden Jahren um lediglich 0,36 mm im Mittel angestiegen, aber im Gegensatz zu den Parametern Gingivaindexgraduierung und Periotestwerten ist bei der radiologischen Ermittlung des Knochenabbaus eine stetige Progredienz festzustellen. Nach der Erhebung aller Indizes wurde noch eine Prüfung über Zusammenhänge oder Abhängigkeiten einzelner Parameter mittels Korrelationsanalyse durchgeführt. Wie schon bei Wiesner¹¹¹, Mars⁶⁵, Eulert²⁹ und Ebel²⁷ ergaben sich hochsignifikante Abhängigkeiten zwischen den Parametern Hygieneindex und Gingivaindex, Hygieneindex und Sulkusblutungsindex, Gingivaindex und Sulkusblutungsindex, Gingivaindex und Taschensondierungstiefe sowie Taschensondierungstiefe und Sulkusblutungsindex. Nur geringe und nicht signifikante Zusammenhänge ergaben sich zwischen Gingivaindex und Periotest sowie dem Periotest und dem Hygieneindex. Diese nicht oder kaum vorhandenen Zusammenhänge des Periotest zu den anderen Parametern, lässt die Vermutung zu, dass ein hoher Periotestwert nicht zwingend ein Entzündungsindiz ist, sondern beispielsweise ein Zeichen für eine statische Überbelastung sein kann.

10. Zusammenfassung

In unserer Gesellschaft werden Bedürfnisse und Ansprüche durch Medien und Internet beeinflusst. Dabei wachsen unsere Wünsche nach attraktivem Aussehen und ansprechender Ästhetik. Im orofazialen Bereich finden diese Wünsche Ausdruck durch die vermehrte Anwendung von Botox zur Faltenminimierung, durch Liftingoperationen, aber auch durch ästhetisch und funktionell hochwertigen Zahnersatz wie implantatgetragenen Suprakonstruktionen. Um die Erfolge dieser Disziplin verifizieren zu können wurden in einer longitudinal angelegten Studie von Juli 1988 bis Februar 1999 an der Klinik für Mund- Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Universität Würzburg 339 Patienten mit 1144 Bone-Lock®-Implantaten versorgt und nachuntersucht. Die Auswertung der, bei den Recalluntersuchungen gewonnenen Daten mittels Tabellen und Kaplan-Meier-Überlebenskurven ergab eine 10-Jahres-Gesamterfolgsrate von 78,7 %. Bezüglich der Indikationsstellung sind die besten Werte beim zahnlosen Patienten mit einer Erfolgsquote von 81,3 % nach 10 Jahren festzustellen. Es folgt die Schatlücke mit 77,8 % Erfolg, das Freie mit einer Quote von 62,5 % und die Einzelzahnversorgung mit einer Zehnjahreserfolgsquote von 40,2 %. Mit zunehmender Implantatlänge und ansteigendem Implantatdurchmesser fallen die Verlustraten im Beobachtungszeitraum geringer aus.

Die Beurteilung aller periimplantären Parameter zeigt eine gute Weichgewebssituation mit zufrieden stellenden Indexwerten.

Im Einzelnen waren dies eine Hygieneerhebung nach *Mombell*⁶⁹, der Sulkusblutungsindex nach *Mühlemann und Son*⁷⁰, der Gingivaindex nach *Silness und Loe*⁹³ und die Ermittlung der Taschensondierungstiefen sowie des Mobilitätsgrades manuell und mit dem Periotestgerät.

Die hohen Erfolgsquoten dieses Implantatsystems, die teilweise über den ermittelten Haltbarkeitswerten für konventionellen prothetischen Zahnersatz liegen und der Komfort sowie die Stabilität der darauf getragenen prothetischen Versorgungen rechtfertigen die invasive Vorgehensweise zur Rehabilitation teilweise unbezahnter und völlig zahnloser Patienten mittels Implantation.

11. Nachwort

Im Gegensatz zum gebräuchlicheren Vorwort findet das Nachwort heute nur noch recht selten Verwendung. Wahrscheinlich, weil es noch weniger beachtet wird oder auch als Nachruf verstanden werden könnte. Ungeachtet dessen und darauf vertrauend, dass der geneigte Leser bis zu dieser Stelle vorgedrungen ist, möchte die Autorin noch einige finale Worte verlieren:

Beim Erstellen dieser Promotionsarbeit wurde versucht, durch die Einfügung einiger allgemein gehaltener Teile, weitestgehend ohne Verwendung medizinischer Termini sowie einigen umschreibenden Ausführungen, diese Arbeit auch für Patienten und nicht approbierte Leser interessant und verständlich zu gestalten.

Bei aller Wissenschaft und Studie und in aller Sorgfalt, die auf die Entwicklung von Medizinprodukten, hier insbesondere von Implantaten, gelegt wurde, sollte nie der Patient und dessen Wohl als Mittelpunkt unserer Bestrebungen aus dem Auge verloren werden.

In diesem Zusammenhang gilt mein Dank allen Patienten, die im Rahmen der Studie nachgesorgt und behandelt wurden und sich geduldig zu den Recalluntersuchungen in der Zahnklinik einfanden.

12. Literaturverzeichnis

1. Ackermann R.:

Les implants aiguilles.

Edit. J. Prelat, Paris; 1966

2. Ackermann R.:

Die Nadelimplantate.

Colorprint, Bremen; 1969

3. Albrektsson T., Zarb G.:

Knochengewebsreaktion.

In: Brånemark P. I., Zarb G. A., Albrektsson T.: Gewebeintegrierter Zahnersatz-
Osseointegration in klinischer Zahnheilkunde.

Quintessenz Verlags-GmbH; Berlin, Chicago, London, Rio de Janeiro, Tokio; 1986

4. Albrektsson T.:

Osseointegration: Historischer Hintergrund und moderne Konzepte.

In: Lindhe J. (Hrsg.): Klinische Parodontologie und Implantologie.

Quintessenz Verlags-GmbH; Berlin, Chicago, London, Paris, Tokio, Barcelona; 1999

5. Anjard P.B.:

Mayan dental wonders.

Oral. Implantol. 9. 423; 1981

6. Axmann D.:

Erhebung grosser Datenmengen – Basis für fundierte Auswertungen.

Jahrbuch für Orale Implantologie; 1991

7. Behle M.:

Osseointegrierte Implantate bei Patienten mit behandelter generalisierter aggressiver Parodontitis und bei parodontal gesunden Patienten:

10-Jahres-Ergebnisse einer prospektiven Langzeitstudie.

Med. Diss. Universität Marburg; 2007

8. Behneke A., Behneke N.:

Diabetes mellitus - ein Risikofaktor für enossale Implantate im zahnlosen Unterkiefer? Ergebnisse einer kontrollierten Studie über 5 Jahre.

DZZ 5; 1998

9. Betz Th.:

Klinische Nachuntersuchung enossaler Bone-Lock-Implantate unter besonderer Berücksichtigung der periimplantären Gewebe – eine Studie über 5 Jahre.

Dtsch. Z. Mund Kiefer Gesichtschir. 19: 35-40; 1995

10. Binahmed A., Stykewych A., Hussain A., Love B., Pruthi V.:

Langzeituntersuchung hydroxylapatit-beschichteter Zahnimplantate, eine klinische Studie.

Int. J. Oral Maxillofac. Implants; 22 (6): 963-8; Nov.-Dec. 2007

11. Blahout R. + Watzek G.:

Historischer Rückblick.

In Watzek G.: Enossale Implantate in der oralen Chirurgie.

Quintessenz Verlag, Berlin 17-27; 1993

12. Bleymüller W.:

IDB- Eine Datenbank für enossale Implantate unter besonderer Berücksichtigung von Tumorpatienten.

Med. Diss. Universität Würzburg; 1994

13. Bobbio A.:

Bulletin of the history of dentistry.

American Journal of Dentistry 4. 1991 H. 1-5

14. Brandt H.H.:

Erfahrungen mit enossalen Extensionsimplantaten.

Quint.; 1970, 1980, 1985

15. Brånemark P. I.:

Osseointegration in Craniofacial Reconstruction.

Quintessenz Verlag; Berlin; 1998

16. Brinkmann A. + E.:

Geschichte der zahnärztlichen Implantologie in Deutschland.

Anke Verlag Oldenburg, 1995

17. Brinkmann E. L. W.:

Das Konzept keramischer Implantate aus polykristallinem Aluminiumoxyd (BIOLOX).

ZWR. 96, 1/1987

18. Buser D., Belser U., Wismeijer D.:

ITI Treatment Guide Ästhetische Implantattherapie.

Quintessenz Verlag Berlin; 2007

19. Buttler E.:

Nachuntersuchung enossaler Bone-Lock-Implantate unter Berücksichtigung der periimplantären Gewebe. Ergebnisse nach 3 Jahren.

Med. Diss. Universität Würzburg; 1992

20. Cochran D. L.:

A comparison of endosseous Dental implant surfaces.

J. Periodontol December; 1999; 70 (12) 1523-1539

21. Dahl G.:

Die Entwicklung eines subperiostalen Implantates.

In: Kowollik J.: Beachtenswertes vor der Implantation.

ZM. 98; 12. S. 40-46; 2008

22. De Bruyn H., Collaert B.:

The effects of smoking on early implant failures.

Clinical oral implants research; 1994 Dec; 5 (4): 260-4

23. De Gruyter W.:

Pschyrembel Klinisches Wörterbuch.

Walter de Gruyter GmbH & Co. KG. Berlin; 2000

24. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde:

Lebenserwartung von Implantaten, Brücken, Einzelkronen und wurzelbehandelten Zähnen.

Neubeschreibung der Indikationsklassen in der Implantologie.

Mirabundus; © implantate.com; 2008

25. Dietrich U., Lippold R., Diermeier T., Behneke N., Wagner W.:

Statistische Ergebnisse zur Implantatprognose am Beispiel von 2017 IMZ-Implantaten unterschiedlicher Indikation der letzten 13 Jahre.

Z. Zahnärztl. Implantol. IX Sonderdruck 1; Hanser, München; 1993

26. Duyck J., Naert I.:

Failure of oral implants: aetiology, symptoms and influencing factors.

Clin. Oral Invest. 2: 102-114; 1998

27. Ebel Ch.:

Der Einfluss des Implantatlagers auf die Erfolgsquote enossaler Implantate –

Eine Nachuntersuchung des betreffenden Patientenkollektivs mit BoneLock®-Implantaten an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Würzburg.

Med. Diss.; Würzburg; 05/2006

28. Engler-Hamm D., Steinmann D.:

Indikationen zur Therapie von Mukoginivaldefekten.

Dent. Implantol. 11,4, 250-261; 2007

29. Eulert A.:

Die Versorgung teilbezahnter und zahnloser Patienten mit dentalen Implantaten – Langzeitergebnisse und Nachuntersuchungen des Patientengutes von 1989 bis 1997.

Med. Diss.; Würzburg; 12/2001

30. Fastlicht S.:

Dental inlays and fillings among anicient mayas.

J. Hist. Med. 17; 1962

31. Flemmig T. F., Höltje W.-J.:

Periimplantäre Mukosa und Knochen bei Titanimplantaten.

Z. Zahnärztl. Implantol. 4: 158-164; 1988

32. Formiggini M. S.:

Protesi dentaria a mezzo di infibulazione diretta endoalveolare.

Riv. Ital. Di stom. Anno II; Marzo 1947

33. Frank J.:

Celluloid bei Implantation künstlicher Zähne.

Österreichisch-Ungarische Wochenschrift für Zahnheilkunde 3, 233-237; 1891

34. Frantzen W.:

Implantieren von Logan-Zahnkronen mit Lithoidwurzeln.

Zahnärztliches Wochenblatt, 3 (12); 1889

35. Geyer A.:

Misserfolge – Gründe und Ursachen während einer 10-jährigen Implantationstätigkeit.

Orale Implantol. 8, 4; 1981

36. Goldberg D., Gershoff E.:

Das subperiostale Implantat.

In: Kowolik Joachim: Prophylaxe, Diagnostik und Therapiemodule periimplantärer Erkrankungen.

ZM. 98 Nr. 12; S. 40-46; 2008

37. Grafelmann H.L.:

Erfahrungen mit der enossalen Implantation von Linkow-Blade-Vents.

In: Franke J.: Der heutige Stand der Implantologie.

Hanser-Verlag München; 1980

38. Grafelmann H. L.:

Erfahrungen mit enossalen Extensionsimplantaten nach Linkow.

Quintessenzverlag 4, 21; 1970

39. Grafelmann H. L.:

Orale Implantologie.

DGZI-Intern; 1988+ 1991

40. Grafelmann H. L.:

Statistische Auswertung von 3341 Blattimplantaten.

Orale Implantologie. 12, 23; 1985

41. Grafelmann H. L., Linkow L. I.:

Tuber Blades – eine weitere Indikation für die uni- und bilaterale Freidendversorgung im Oberkiefer.

Oral. Implantologie 8, 11; 1981

42. Grötz K.A., Krummenauer F., Jaud K., Al-Nawas B.:

Prognose und Prognosefaktoren enossaler Implantate.

Oral and Maxillofacial Surgery

Springer Berlin/ Heidelberg; Vol. 3, Supplement 1/ Mai 1999; 117- 124

43. Harris S. M.:

An artificial tooth-crown an a leaden root.

Dent. Cosmos 55, 433; 1887

44. Heners M., Walther W., Wörle M.:

Langzeiterfolge verschiedener Implantattypen – eine 15-Jahres Studie.

Dtsch. Zahnärztl. Z. 46: 672-675; 1991

45. Hobo S., Ichida E., Garcia L.:

Osseointegration and occlusal rehabilitation.

Quintessence, Tokyo; 1989

46. Hoffmann-Axthelm W.:

Lexikon der Zahnmedizin.

Quintessenz Verlags GmbH, Berlin 6. Auflage; 2000

47. Hunter J.:

The natural history of the human teeth.

Printed for J. Johnson N° 72. St. Paul`s Church-yard; London; 1771

48. Jahn M., d`Hoedt B.:

Definition des Erfolgs bei dentalen Implantaten.

Z.Zahnärztl. Implantol. VIII, 221-226; 1992

49. Jones R. H., Boadi-Boateng F.:

Unequally spaced longitudinal data with AR (1) serial correlation.

Biometrics 47, 161- 175; 1991

Journal of Multivariate Analysis Volume 91, Issue 1; October 2004

50. Kanth L.:

Spannungsoptische Untersuchungen an Implantatformen.

Zahnärztliche Welt/ Reform, 85, Teil I, 721- 725, Teil II, 767- 769, Teil III 819- 823;
1976

51. Kaplan E. L., Meier P.:

Non parametric estimation from incomplete observations.

J. Amer. Statist. Ass. 53; 459-481; 1958

52. Karoussis I. K.:

Long-term implant prognosis in patients with and without history of chronic periodontitis: a 10-year prospective cohort study of the ITI®-Dental Implant System.

Clin. Oral. Implants. Res. 14(6):680-6 u. 329-339; 2003

53. Knöfler W.:

Die Überlebenswahrscheinlichkeit von Implantaten in einer zahnärztlichen Praxis im Zeitraum von 10 Jahren.

Z. Zahnärztl. Impl. 20 (4); 2004

54. Koch W. L.:

Statistische Auswertungen über Erfolg und Ursachen von Misserfolg an 700 in eigener Praxis ausgeführten enossalen Blattimplantaten.

Orale Implantol. 1, 105; 1974

55. Kovács A.:

Enossale Implantatversorgung von Tumorpatienten mit dem Bone-Lock®-System.

Eine 5-Jahres-Studie.

Mund Kiefer GesichtsChir. 2: 20-25; 1998

56. Kovács A.:

Horizontaler und periimplantärer Knochenabbau in freien und gefäßgestielten Beckenkammtransplantaten.

Z. Zahnärztl. Implantol. 14: 143-150; 1998

57. Lang D. E.:

Parodontologie in der täglichen Praxis.

Quintessenz, Berlin 1986

58. Lautenbach E. I.:

Wörterbuch der Zahnmedizin.

Verlag für Zahnmedizin, Hanau; 1992

59. Lee T. C.:

Present day evaluation of implant dentures.

J. California Dent. Ass. Nevada Dent. Soc. 35, 168- 172; 1959

60. Lehmans J.:

Contributo allo studio degli impianti endossei, impianti ad arco estensibile.

Rev. Stomat. 415, 1959

61. Linkow L. I.:

Theories an techniques of oral implantology.

Verlag Mosby, St. Louis; 1968

62. Loe H.:

The Gingival Index, the Plaque Index and the Retention Index System.

J. Periodontol 38: 610-616, 1997

63. Lukas D., Schulte W., d'Hoedt B., Urbansky A.:

Periotestuntersuchungen zur Einheilung Tübinger Implantate.

Z. Zahnärztl. Implantol. VII; 62-67; 1991

64. Maggiolo O.:

Manuel d`art dentair.

Chap; 10, 75, Nancy; 1809

65. Mars Ch.:

Die Rehabilitation von Patienten mit radikal operierten Mundhöhlenkarzinomen mit dentalen Implantaten - Langzeitergebnisse und Nachuntersuchungen des Patientengutes von 1989 bis 1997.

Med. Diss.; Würzburg; 2000

66. Marziani L.:

Dental implants and implant dentures, their theory, history and practice.

GOI- Kongress, Nürnberg; 1989

67. Mayr Ch.:

Schnapsfibel.

Verlagsanstalt Athesia Bozen; 1982

68. Mengel J., Renvert S., van Bommel K.M.:

Implant therapy in partially edentulous periodontally compromised patients: a review.

Clinical Oral Implants Research; Vol. 18 Issue 6; Page 669-679; 2001

69. Mombelli A.:

The diagnosis and treatment of periimplantitis.

Periodontology 2000; 17

70. Mühlemann H. R., Son S.:

Gingival sulcus bleeding – a leading symptom in initial gingivitis.

Helv. Odont. Acta. 1971; 15: 107-113

71. Müller A.:

Entwicklung der enossalen Implantologie in Greifswald – geschlossene versus offene Implantationsverfahren.

Med. Diss.; Greifswald; 2003

72. Myska W.:

Dauererfolg bei fibro-ossär integrierten Blattimplantaten.

Schweizerische Monatszeitschrift für Zahnheilkunde; 23/1999

73. Naert I., Quirynen M., Steenberghe van D.:

Fixture design and overload influence marginal bone loss and future success in the Branemark® system.

Clinical Oral Implants Research; Vol 3 Issue 3; Pages 104-111; Jun. 2002

74. Neukam F.:

Lebenserwartung von Implantaten und Implantatlager.

BDIZ Konkret 1, 26-27; 4/2000

75. Neukam F. W., Wichmann M., Wiltfang J.:

Zahnärztliche Implantologie unter schwierigen Umständen.

Thieme Verlag; 2007

76. O`Leary T. J., Drake R. B., Naylor J. E.:

The plaque control record.

J. Periodontol 43, 38; 1972

77. Peppmeier F.:

Möglichkeiten der Rehabilitation mit enossalen Implantationen in der zahnärztlichen Praxis, Rückblick und Ausblick.

Vortrag: GOI-Kongress Dresden; 1990

78. Perron A. C.:

Implantati eteroplastici endomaxillari con la vite di Formiggini.

Prot. Dent. 2, 8; 1957

79. Pfaff P.:

Abhandlungen von den Zähnen des menschlichen Körpers und deren Krankheiten.

Berlin; 1756

Reprint: Georg Olms Verlag AG Hildesheim 1966 IX (34)/ 184 S

80. Pruin E. H.:

Die Quintessenz der zahnärztlichen Implantologie.

Quint. Verlag; Berlin; 1971

81. Pruin E. H.:

Implantationskurs in der Odonto-Stomatologie.

Quint. Verlag; Berlin; 1974

82. Reuther J. , Steveling H.:

Bone-Lock® - Enossales Implantatsystem: Indikation, Planung und klinische Anwendung.

Leibinger Bone-Lock® Enossale Implantate; 1994

83. Richter E. J.:

Langzeitergebnisse von IMZ- und TPS-Implantaten im interforaminären Bereich des zahnlosen Unterkiefers.

Dtsch. Zahnärztl. Z. 47: 449-454; 1992

84. Rixecker H., Schilli W.:

Erste Erfahrungen mit dem bizylindrisch-konischen Titanstiftimplantat zur transdentalen Fixation.

Dtsch. Zahnärztl. Z. 42:299-301; 1987

85. Roche Lexikon Medizin:

(Elektronische Ressource) 5. Auflage;

Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag; München/Jena; 2003

86. Saville M. H.:

Precolumbian decoration of teeth in Ecuador.

Am. Anrhropol. 15; 1913

87. Schlegel D.:

Stellenwert des Linkow-Blattimplantates und Patientenauswahl für enossale Blätter.

Colleq. Med. Dent. 28, 71; 1984

88. Schlegel D.:

Verweildauer von Implantaten – eine retrospektive Studie.

Vortrag: GOI-Kongress, Nürnberg; 1989

89. Schneider H.:

Die aseptische Implantation einer künstlichen Zahnwurzel.

Z. Stomat. 12, 806; 1937

90. Schnitman P.A., Shulman L.B.:

Recommendations of the consensus development conference on dental implants.

J. Am. Dent. Assoc. 98/1979; 373-377

91. Schulte W. ;

Messung des Dämpfungsverhaltens enossaler Implantate mit dem Periotestverfahren.

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

92. Scialom J.:

Les implants-aiguilles. A l'heure implantaire.

Inf. dent. 3, 5; 1962

93. Sillness J., Løe H.:

Periodontal disease in pregnancy II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition.

Acta. Odontol. Scand. 1964; 22: 747-759

94. Sillness J. , Løe H.:

Current status of indices of gingivitis.

1963; In Serbian Dental Journal Vol. 49/2002

95. Silva, da Manuel A. B.:

Osseointegration bei dentalen Implantaten- eine Literaturübersicht und –auswertung.

Med. Diss.; Frankfurt; 2002

96. Snauwaert K., Duyck J., Steenberghe van D., Quirynen M., Naert I.:

Time dependent failure rate and marginal bone loss of implant supported protheses: a 15-year follow-up study.

Clinical Oral Investigations; Vol. 4, Nr. 1; S. 13-20; Springer Berlin/Heidelberg; 3/2000

97. Spiekermann H.:

Enossale Implantate in der prothetischen Zahnheilkunde.

Med. Habil.; Düsseldorf; 1978

98. Steenberghe, van D.:

Ten-year survival rates of implants an implant-retained overdentures.

J. Dent. 25/1997

99. Strock A. E.:

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

American Journal Orthodontics Oral Surg., 25, 467- 472; 1939

100. Takas G.:

Linkow versus Brånemark – Systeme und Mythen.

Editorial. DGZI-Intern, 2, 3; 1992

101. Tarnow D.P.:

The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla.

J. Periodontol. 63; 995-6; 1992

102. Tetsch P.:

Misserfolge bei enossal verankerten Implantaten.

Dtsch. Zahnärztl. Z. 32; 302-304; 1977

103. Tetsch P., Akermann K. L., Behneke N., Galandi M., Geis-Gerstdorfer J., Kerschbaum T. H., Krämer A., Krekeler G., Nentwig G. H., Richter E. J., Schulte W., Spiekermann H., Strunz V., Wagner G., Weber H.:

Konsensus-Konferenz zur Implantologie 18.10.1998 in Mainz.

Z. Zahnärztl. Implantol. VI; 5-16; 1990

104. Thull R.:

Oberflächenmodifiziertes Titan durch Hartstoffbeschichtung als Werkstoff für enossale Zahnimplantate.

Jahrbuch für orale Implantologie Bd. 3, 49; 1993

105. Thull R., Reuther J.:

Untersuchungen zu Eigenschaften der (Ti,Zr)O und (Ti,Nb)ON-Beschichtung auf Titan.

Leibinger Bone-Lock® Enossale Implantate, 1994

106. Vockner H.:

Periimplantiits auch durch Implantate - Entzündliche Veränderungen im Weichgewebe mit Knochendestruktion.

Zahnarzt 5/ 10; 2001

107. Waiser H.:

Alloplastische Implantate aus Porzellan.

1885; Implantologie Curriculum; 2002

108. Weibrich G.:

Versorgung des zahnlosen Unterkiefers mit dem Astra®-Implantat-System.

Zahnärztl. Implantol. 16/2000

109. Weinberger B. W.:

An introduction to the history of dentistry.

Vol. I C. V; Mosby & Co, St. Louis; 1948

110. Wennström J., Lindhe J.:

The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems.

Clin. Oral. Impl. Res.;1996, 7: 212-219

111. Wiesner A.:

Nachuntersuchungen enossaler Bone-Lock®-Implantate – periimplantäre Ergebnisse und Erfolgsquote nach 5 Jahren klinischer Anwendung.

Med. Diss.; Würzburg; 1998

112. Wilcoxon F.:

Der Wilcoxon-Paardifferenzen-Test

In: Bürning T.: Nichtparametrische statistische Methoden.

De Gryter Verlags-GmbH & Co. KG ; Berlin; 1999

113. Wöhrle M.:

Die verschiedenen Implantatsysteme im klinischen Langzeitversuch und ihre Wertigkeit.

Jahrbuch Orale Implantologie GOI. 2, 75; 1989

114. Wolff J. D.:

Wolffsches Transformationsgesetz der Knochen.

In: Delling G., Werner M.,: Ist die histologische Untersuchung des Knochengewebes noch zeitgemäss?

Osteologie 1-12; Verlag Hans Huber AG, Bern; 2001

115. Worthington Ph.:

Complications and failures.

Osseointegration in Oral Rehabilitation.

Quintessenz, London; 1993

116. Zepponi F.:

Protesi fisse a mezzo di infibulazioni enomascari.

Riv. Ital. Stomat. 1, 45- 47; 1955

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Dr. Alexander Kübler danke ich für die Überlassung des Dissertationsthemas und für die freundliche Übernahme des Referates.

Vielen Dank an Frau Prof. Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer für die Übernahme der Prüfung im zweiten Fachbereiches sowie des Koreferates.

Herrn Dr. Caspar Käding gilt mein Dank für seine geduldige Hilfe, die konstruktive Kritik bei der Erstellung der Dissertation und die schnelle Erstkorrektur.

An Frau Martin ein herzliches Dankeschön für den jederzeit freien Zugang zur Literatur in der Bibliothek und die Ratschläge bei der Recherche.

Für die ausdauernde Beratung und Unterstützung bei der Erstellung der Grafiken geht mein Dank an Yasemin Argana und Konstantin Papageorgiou.

Danken möchte ich auch dem Team der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie, insbesondere Frau Monika Wirt und Dr. Christian Ebel für die gute Kooperation bei der Patientenbehandlung und den Untersuchungen.

Lebenslauf

Persönliche Daten: Tanja Henrike Gerhardt
Eichenweg 10
97508 Grettstadt
geb. am 27.02.1969 in Schweinfurt

Schulbildung:

1975-79 Grundschule in Gochsheim
1979-82 Alexander von Humboldt Gymnasium in Schweinfurt
1982-85 Rathenau Realschule in Schweinfurt
1985-88 gewerbliche Berufsschule in Schweinfurt
1990-93 Bayernkolleg in Schweinfurt

Studium:

11/1994-02/2002 Studium der Zahnmedizin an der Bayerischen Julius-
Maximilians-Universität in Würzburg
Abschluss: Staatsexamen
2006-2008 Berufsbegleitendes Studium der praktischen
Betriebswirtschaft an der Kolpingakademie in Würzburg
Abschluss: Praktische Betriebswirtin
seit 01/2009 Curriculum der Kinder- und Jugendzahnheilkunde BLZK

Approbation: 12.06.2002

Berufstätigkeit:

09/1985-06/1988 Ausbildung zur Bauzeichnerin im Straßenbauamt SW
07/1988-08/1990 Anstellung als Bauzeichnerin im Straßenbauamt SW
07/1993-09/1994 Technische Angestellte im WSA Schweinfurt
04/2003-03/2004 Vorbereitungsassistentin in der Praxis Dr. Kral Grettstadt
04/2004-01/2005 Vorbereitungsassistentin in der Praxis Dr. Knaus Hassfurt
02/2005-05/2005 Anstellung in der Praxis Dr. Topitsch und Knab Ostheim
06/2005-06/2007 Anstellung bei Dr. Diekmann-Kolbowski Schweinfurt
seit 08/2007 Anstellung in der Kinder- und Jugendzahnklinik St. Gallen