

Titelseite

Beobachtungen an 10000 Implantaten über 20 Jahre - eine retrospektive Studie

Der Einfluss der Suprakonstruktion auf die Überlebensrate

Wolfram Knöfler, Dr. med. habil.

ÜBAG Dres. Knöfler, Praxis für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie und Implantologie

Rietschelstr. 27, 04177 Leipzig

Thomas Barth, Dr. med.

Dentale - Zahnärztliches Kompetenzzentrum GmbH, Prager Straße 4, 04103 Leipzig

Reinhard Graul, Dr. med., Gemeinschaftspraxis für Mund-/Kiefer-/Gesichtschirurgie

Zahnheilkunde, Biedermannstr. 9-13. 04277 Leipzig

Contributing author

Dietmar Krampe, Dr., Dentsply Implants, Steinzeugstraße 50, 68229 Mannheim

Schmenger Kai, Dipl. Biol., ViSUAL-BiOLOGY, Hambacher Tal 7, 64646 Heppenheim

Formatiert: Deutsch (Deutschland)

Corresponding author:

Dr. Wolfram Knöfler, Praxis für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie und Implantologie,

Rietschelstr. 27, 04177 Leipzig, Germany

Tel.: +49 (341) 442 – 5468

Fax.: +49 (341) 442 – 9194

e-mail: w.knoefler@implantis.de

Zusammenfassung

In den eigenen Untersuchungen wurde festgestellt, dass zementierte Konstruktionen den geschraubten hinsichtlich des Überlebens der Implantate überlegen sind.

Festsitzende Konstruktionen sind für die Implantate vorteilhafter als abnehmbare.

Erstaunlicherweise zeigen sich bei der Kaplan-Meier- Berechnung, dass Implantate zur Stützung vorhandenen Zahnersatzes bei Verlust des Stützzahnes besonders gut bewertet werden. Allerdings ist die Gruppe klein und die Beobachtungszeit liegt erst bei 10 Jahren. Denen folgen die Implantate unter zirkulären Konstruktionen (Pfeilervermehrung für festsitzende, bedingt abnehmbare oder teleskopierende zirkuläre Brücken). Die größte Gruppe sind Implantate für den Einzelzahnersatz und insgesamt gesehen nehmen diese nach dem Log-Rank-test die erste Position ein. An jeder Zahnposition hatten Einzelzahnversorgungen besserer Werte als andere Versorgungsmöglichkeiten. Die Versorgung des zahnlosen Unterkiefers hat mehr Erfolg als die Versorgung von Zwischen- oder Endlücken und am wenigsten erfolgreich ist die Versorgung des zahnlosen Oberkiefers, insbesondere bei Verwendung von nur vier Implantaten.

Indizes:

dentales Implantat; Überlebensrate; Suprakonstruktionen, Einzelzahnersatz, Brücken, zahnlose Kiefer

Summary

In our own investigations we found that cemented constructions are superior to the screwed ones with regard to the survival of the implants. Fixed restorations are more advantageous for implants than removable ones. Surprisingly, the Kaplan-Meier

calculation shows that implants for the support of existing prosthetic restorations are particularly well evaluated when the supporting tooth is lost. However, the group is small and the observation time is only 10 years. They are followed by the implants under circular structures (die multiplication for fixed, partially removable or telescopic circular bridges). The largest group are implants for single tooth replacement and, as a whole, they take the first position according to the log rank test. At each tooth position, single tooth restorations had better values than other restorations. The care of the toothless mandible is more successful than the supply of intermediate or final gaps, and the least successful is the care of the toothless upper jaw, especially when only four implants are used.

Indices:

Dental implant; survival rate, supraconstructions, single tooth replacement, bridges, toothless jaws

Einleitung

Die eigenen Beobachtungen umfassen einen Zeitraum von 20 Jahren und insgesamt etwas über 10000 Implantate. An diesem Datenvolumen wurden verschiedene Fragestellungen abgearbeitet. Die Untersuchung des Einflusses von Alter, Geschlecht und anatomischen Rahmenbedingungen wurde 2016 in der Zeitschrift Implantologie dargestellt¹.

Es konnte weiterhin beobachtet werden, dass Implantate in augmentierten Bereichen, und das unabhängig davon, welche Augmentationsform verwendet wurde, eine höhere Überlebensrate erreichen, als im ortsständigen Knochen allein²

Der Vergleich der verwendeten Implantattypen und der Einfluss der Implantatmaße wurden ebenfalls abgehandelt ist in der 25jährigen Jubiläumsausgabe der Implantologie abgedruckt³. Hierbei fiel auf, dass deutliche Unterschiede zwischen Implantattypen auftraten, die vor bzw. nach 2000 inseriert worden waren, was für den förderlichen Effekt von Weiter- und Neuentwicklungen in der Implantologie spricht.

Eine weitere interessante Fragestellung war es, herauszufinden, ob bestimmte prothetische Konstruktionen auf Implantaten oder Zähnen und Implantaten die Überlebensrate der Implantate beeinflussen. Allein schon aus der unterschiedlichen Belastungssituation heraus wurde vermutet, dass wenige Implantate, die eine größere Konstruktion tragen eher versagen als Einzelkronen auf Implantaten. Dazu wurden nur die Implantate betrachtet, die auch tatsächlich prothetisch versorgt wurden. Die postprothetische Überlebensrate schließt all jene Implantate aus, die vor der Versorgung verlorengegangen sind und auch diejenigen, die zu Beobachtungsende noch nicht versorgt waren und bringt somit deutlich günstigere Prognosen hervor, weil die meisten Implantate in der Einheitszeit verloren gehen⁴.

Mitteilungen zur Erfolgswahrscheinlichkeit verschiedener prothetischer Therapiemittel zeigen folgende Resultate:

2006 teilen Levin et al. mit, dass von 1387 Einzelimplantaten/-kronen nach sechs Jahren noch 93,1 % überleben⁴. Die meisten davon gingen im ersten Jahr verloren.

Augmentierte Lager führten nicht zu mehr Verlusten. Für den Einzelzahnersatz mit

kurzen Implantaten (6 mm) finden Rossi et al. 2015 häufiger Implantat-Verluste als bei 10mm Implantaten nach 5 Jahren (86,7% zu 96,7%)⁵. Bei 594 sofortbelasteten

Einzelimplantaten fanden Malo et al. 2015 95,7 % Überleben nach 10 Jahren⁶. Jung et

al. fanden 2012 in ihrer Metaanalyse eine Überlebensrate nach 5 Jahren von 97,2 %,

und 95,2 % nach 10 Jahren für Implantat getragenen Einzelkronen, teilen aber auch mit,

dass mechanische Komplikationen an den Kronen relativ häufig sind (bis 8,8 %)⁷. Für

Brücken wurden 1992 noch Überlebensraten von nur 88,4 % nach 3 Jahren

angegeben⁸. Astra-Implantate unter festen, zirkulären Brücken gingen in 5 Jahren gar

nicht verloren⁹. Zirkuläre Brücken auf 6 und mehr Implantaten haben hohe Chancen auf

das Langzeitüberleben 93,7 % nach 6 Jahren, 99 % im Oberkiefer nach 8 Jahren,

92,7 % für ITI Implantate¹⁰⁻¹², Deckprothesen im Oberkiefer auf 4 Locatoren überleben

nach 6 Jahren zu 95,2 %¹³. Eine Metaanalyse von 2014 lässt erkennen, dass 6

Implantate unter Overdentures eine Überlebensrate von 98,1 % erreichen können,

etwas weniger 97 % bei 4 stegverbundenen Implantaten und noch weniger 88,9 %

Oberkiefer, bei weniger als 4 einzeln belasteten Implantaten (Locatoren, Teleskope,

Kugelanker)¹⁴. Der Unterkiefer zeigte immer bessere Resultate. Auch Balauer et al 2015

tendieren zu 6 Implantaten im Oberkiefer¹⁵.

Für die Beurteilung der Überlebensraten der eigenen prothetischen Suprakonstruktionen

wurden insgesamt 68 Möglichkeiten der Verschlüsselung definiert. Die Hauptgruppen

waren dabei die Einzelkronen (EZE) und Kronenblöcke (KB), die Brücken (Zahngruppeneinsatz bis max. 5 Einheiten = ZGE), zirkuläre Konstruktionen (PV), Versorgungen des Zahnlosen Unter- (ZUK) und Oberkiefers (ZOK) und Implantate zum Erhalt vorhandenen Zahnersatzes (PVrep). Im Laufe der Beobachtungszeit wurden manche Therapiekonzepte verändert (Relation zementierter zu geschraubten Konstruktionen, Hybridbrücken, Zahl der Implantate usw.). Wir haben uns vordergründig die Frage gestellt, welche der Therapieformen mit der höchsten Überlebenswahrscheinlichkeit verbunden ist.

Material und Methoden

In die eigenen Beobachtungen gingen alle Patienten ein, die zwischen August 1991 und Dezember 2011 in den beteiligten Praxen mit Implantaten versorgt wurden. Insgesamt wurden bei 3095 Patienten 10165 Implantate inseriert. Von diesen Patienten waren 1693 Frauen (54,7%) mit insgesamt 5626 Implantaten und 1401 Männer (45,3%) mit 4539 Implantaten. Bei einem Patienten waren keine Angaben zum Geschlecht gemacht worden.

Das mittlere Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Implantation betrug 52,4 Jahre. Im Durchschnitt wurden bei den Frauen 3,32 und bei den Männern 3,24 Implantate inseriert¹¹.

Von den 10165 Implantaten wurden 9377 mit Suprakonstruktionen versorgt. Bei 4661 Implantaten wurde jeweils ein Zahn durch ein Implantat ersetzt (EZE), 2319 stützten Brücken (drei bis fünf Glieder = ZGE), 696 wurden im zahnlosen Oberkiefer (ZOK) verwendet, 1001 im zahnlosen Unterkiefer (ZUK), 610 Implantate dienten der Stützung zirkulärer, abnehmbarer, bedingt abnehmbarer oder teleskopierender Brücken als Pfeilvermehrung (PV) und 90 Implantate wurden zum Erhalt größerer prothetischer Restaurationen unter diese als Pfeiler inseriert (Pfeilvermehrung zur Reparatur PVrep).

Parameter

Neben demographischen Daten wurden folgende Parameter erhoben:

Implantattyp, Implantatlänge, Implantatdurchmesser, Implantatposition, Indikationsklasse (Einzelzahnersatz, Zahngruppenersatz, reduziertes Restgebiss,

¹ Ethikvotum EK 294092012, Technische Universität Dresden

Zahnlose, "Reparaturimplantate"), Zeitpunkt der Implantation, Tag der Eröffnung, Tag der Eingliederung der Suprakonstruktion, Art der Suprakonstruktion, Augmentationsart, Komplikationen, Tag des Implantatverlustes, Verlustursache, Tag der letzten Kontrolle. Das Datenmaterial wurde in Tabellen erfasst und statistisch bezüglich der einzelnen Fragestellungen bearbeitet.

Ausgehend von der Vorstellung, dass die Reduzierung der Belastung des einzelnen Implantates zu einer Verlängerung der Überlebensrate führt und auf der Basis persönlicher Erfahrungen wurde die These formuliert, dass der Einzelzahnersatz die höchste Überlebenswahrscheinlichkeit aufweist. In dieser Untersuchung sollten folgende Hypothesen getestet werden:

H1: Der Einzelzahnersatz (EZE) ist in Bezug auf die Überlebenswahrscheinlichkeit den anderen Versorgungsarten (ZGE, ZOK, ZUK, PV, PVrep) **überlegen**.

H2: Zementierte Konstruktionen sind den geschraubten hinsichtlich des Überlebens der Implantate überlegen.

H3: Festsitzende Konstruktionen sind abnehmbaren Konstruktionen hinsichtlich des Überlebens der Implantate überlegen.

H4: Die Versorgung des zahnlosen UnterKiefers hat mehr Erfolg als die Versorgung von Zwischen- oder Endlücken.

Statistische Methoden

Die statistischen Berechnungen wurden mittels SPSS 11.0.0 (IBM, Armonk, NY, USA) sowie mittels SAS Version 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) durchgeführt. Im Rahmen der vorliegenden Analysen wurden - je nach Fragestellung - die folgenden Kennwerte angegeben:

- bei Häufigkeitsdaten waren dies absolute und/oder relative Häufigkeiten (% Werte)
- bei metrischen Daten waren dies das arithmetische Mittel, als Maß für Variabilität die Standardabweichung, das Minimum und Maximum, die Fallzahl, sowie die Perzentile.
- Die Überlebensraten wurden mit Hilfe der Kaplan-Meier-Kurven dargestellt ¹⁶.

Signifikanzen in den einzelnen Subgruppen wurden mittels Log-Rank- oder Chi Quadrat Teststatistik ermittelt. Es werden die p-Werte und die Teststatistik berichtet. Im Falle statistisch signifikanter Gruppenunterschiede wird der geschätzte Unterschied [%], sowie dessen 95 % Konfidenzintervall angegeben.

Ergebnisse

Das Patientengut wurde bezüglich des Alters in Anlehnung an Krebs et al. 2015¹⁷ in drei Gruppen unterteilt: in die unter Fünfzigjährigen, in eine Gruppe von 51 – 70 Jahren und in die Patienten, die zum Zeitpunkt der Implantation 71 Jahre und älter waren. Die Verteilung in den Altersgruppen und die jeweilige Verlusthäufigkeit beschreibt Tabelle 1.

Altersgruppe	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
<= 50	3676	205	5,58
51-70	5603	232	4,14
>= 71	869	23	2,65
ohne Angaben	17		
Gesamt	10165	460	4,53

Tabelle 1: Anteile explantierter Implantate für Altersklassen (Gesamte Stichprobe)

Von diesen Patienten waren 1693 Frauen (54,7 %) mit insgesamt 5626 Implantaten und 1401 Männer (45,3 %) mit 4539 Implantaten.

Das mittlere Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Implantation betrug 52,4 Jahre. Die Indikationsgruppen in der gesamten Stichprobe zeigen ein deutliches Dominieren der Einzelzahnversorgungen (EZE), gefolgt vom Zahngruppenersatz (ZGE Brücken), dem zahnlosen Unterkiefer (ZUK), dem zahnlosen Oberkiefer (ZOK), den Pfeilervermehrungen und den Unterstützungs- oder Reparaturimplantaten (Tabelle 2, Abbildung 1).

Indikation	Abkürzung	N (Implantate)	% (Implantate)
EinzelZahnErsatz	EZE	4661	45,85
ZahnGruppenErsatz bis 5 Glieder	ZGE	2319	22,81
ZahnloserUnterKiefer	ZUK	1001	9,85
ohne Versorgung	-	788	7,75
ZahnloserOberKiefer	ZOK	696	6,85
PfeilerVermehrungen	PV	610	6,00
PfeilerVermehrung zur Reparatur	Pvrep	90	0,89
Gesamt		10165	100,00

Tabelle 2 Deskriptive Statistik für Indikationen

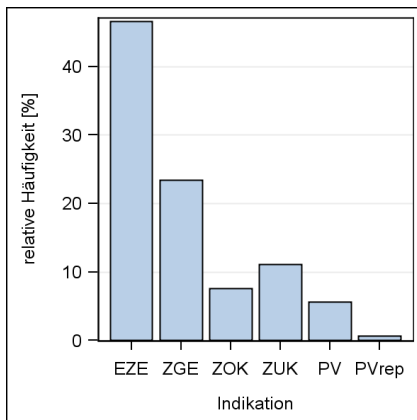


Abbildung 1 Häufigkeiten für Indikationen

Von den 10165 Implantaten waren 9377 mit Suprakonstruktionen versorgt worden 238 dieser Implantate gingen verloren, das entspricht einer Verlustrate von 2,54 %. Rechnet man dies nur für die rotationssymmetrischen Implantate aus, so, beträgt die Verlustrate rotationssymmetrischer Implantate letztendlich nur 2,27 % (Input-Output-Statistik). Für die Kaplan-Meier-Kurve, bzw. die Schätzung des Überlebens gilt, dass 90 % der versorgten rotationssymmetrischen Implantate, jedoch nur ca. 72 % der Blätter nach 18 Jahren noch in situ erwartet werden können (Abbildung 2).

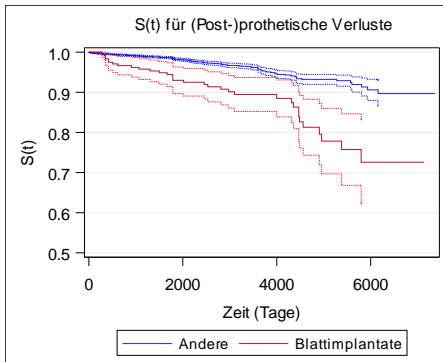


Abbildung 2 Überleben von versorgten rotationssymmetrischen und Blattimplantaten über einen Zeitraum von 20 Jahren

Einfluss der Befestigungsart

Zwischen geschraubten und zementierten Konstruktionen bestand ein signifikanter Unterschied zugunsten der zementierten Konstruktionen ($p < 0,0032$) (Tabelle 3-Tabelle 3). Die festsitzenden Konstruktionen zeigten zu den abnehmbaren hingegen keine Signifikanz bezüglich der Implantatverluste. Einen gewissen Einfluss dürften bei den zementierten Konstruktionen die Implantat-zahngetragenen Brücken auf Blattimplantaten ausüben, die doch eine deutlich höhere Verlustrate nach sich zogen (s.o.).

Konstruktion	Typ	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
festsitzend	geschraubt	1150	44	3,83
	zementiert	6059	132	2,18
abnehmbar		2078	62	2,98
ohne Angaben		878		
Gesamt		10165	238	2,34

Tabelle 3: Verlustraten bei geschraubten, geklebten und abnehmbaren Konstruktionen

Betrachtet man hingegen die Kaplan-Meier-Überlebenskurven sinkt diejenige für die zementierten Konstruktionen deutlich ab und ähnelt der Kurve für die Blattimplantate (Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.,Abbildung 3), die diesen Abfall

auch bedingen. Geschraubte Konstruktionen werden hier besser bewertet als die zementierten und die abnehmbaren. Dies wird durch den Log-Rank-Test bestätigt ($p = 0,0008$). Allerdings muss man auch feststellen, dass zwischen den Befestigungsarten der letzten 10 Beobachtungsjahre diese Unterschiede nicht zutage treten, was noch diskutiert wird.

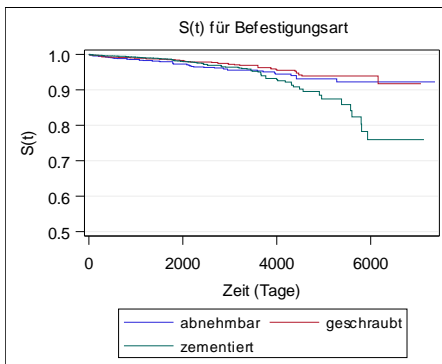


Abbildung 3 Überlebenskurven (S(t)) für Eingliederungsvarianten

Einfluss der Konstruktionsart

Rein Implantat-getragene Konstruktionen hatten gegenüber Zahn-Implantat-getragenen einen signifikanten Vorteil ($p = 0,0212$). Stellt man feste den abnehmbaren Konstruktionen gegenüber, scheinen feste Konstruktionen zwar bevorteilt zu sein (fest 7209/176 (2,44 %) gegen abnehmbar 2078/62 (2,98 %), dieser Unterschied ist aber nicht signifikant ($p = 0,1107$).

In zirkulären Konstruktionen (PV) hatten Implantate eine höhere Überlebensrate als in kürzeren Konstruktionen (ZGE bis max. 5 Einheiten) (Tabelle 4Tabelle 4), mit $p = 0,1265$ wurde das Signifikanzniveau verfehlt.

Zirkuläre Konstruktionen vs. Kürzere	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
--------------------------------------	----------------	----------------	--------------

Kürzere (ZGE)	2319	66	2,85
Zirkuläre Konstruktion (PV)	610	12	1,97
Gesamt	2929	78	2,66

Tabelle 4: Verlustraten bei zirkulären versus kürzere Konstruktionen

Einfluss der Suprakonstruktion

Der am häufigsten vorkommende Restaurationstyp war die Einzelkrone (EZE) (45,9 %). Der Kronenblock (KB) war mit 16,1% vertreten, Brücken (ZGE) mit 22,8 %, Implantate bei zirkulären Konstruktionen (PV) waren mit 6 %, Versorgungen des zahnlosen Unterkiefers (ZUK) mit 9,9 % der Implantate, die des Oberkiefers (ZOK) mit 6,85 %, und Stützimplantate unter alten Konstruktionen mit 0,9 %. Immerhin waren am Ende der Beobachtung 7,75 % der Implantate entweder noch nicht versorgt, zuvor verloren gegangen, die Patienten aus der Beobachtung verschwunden oder bei Versorgungen durch den Heimat Zahnarzt keiner der Gruppen zuzuordnen. Letztere wurden bei der Bewertung der Suprakonstruktionen nicht berücksichtigt (Tabelle 5).

Indikation	Indikation	N (Implantationen)	N (Explantate)	% (Verluste)
EinzelZahnErsatz	EZE	3167	57	1,80
KronenBlöcke	KB	1494	50	3,35
ZahnGruppenErsatz bis 5 Glieder	ZGE	2319	66	2,85
ZahnloserUnterKiefer	ZUK	1001	27	2,69
ZahnloserOberKiefer	ZOK	696	24	3,45
PfeilerVermehrung	PV	610	12	1,97
PfeilerVermehrung zur Reparatur	PVrep	90	2	2,22
Gesamt		9377	238	2,54

Tabelle 5 Anteile explantierter Implantate für Indikationstyp

Einzelzahnersatz

Die prothetische Hauptversorgungsart im Patientengut war die Einzelkrone (EZK) oder der Kronenblock (KB).

Insgesamt standen 3167 Einzelkronen 6210 anders versorgten Implantaten gegenüber. Die Verlustraten betragen für die Einzelkronen 1,80 % und bei den anderen Versorgungsarten 2,91 %, Signifikanz wurde nicht erreicht ($p = 0,066$). Im Oberkiefer hatten Implantate mit Einzelkronen eine Verlustrate von 1,05 % und im Unterkiefer von 2,79 % ($p = 0,0001$). Sogar Implantate mit Einzelkronen bei augmentiertem Knochenlager hatten eine höhere Erfolgsquote. Von 1158 ohne Augmentation gingen 34 (2,94 %) verloren, bei augmentierten Implantaten waren das 23 von 2009 (1,14 %) ($p = 0,0032$).

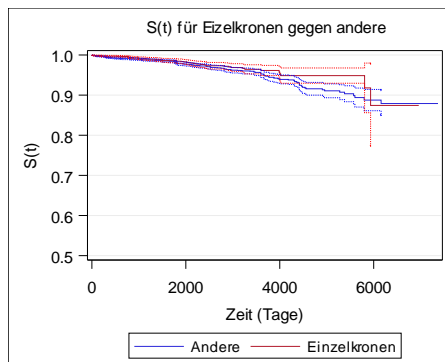


Abbildung 4 Überlebenskurven ($S(t)$) für Einzelkronen und sonstig versorgte Implantate

Bei Betrachtung als Kaplan-Meier-Kurve wird dieses Resultat bestätigt (Abbildung 4).

Wie auch schon anderenorts für alle Implantate gezeigt, traf auch für die Einzelkronen zu, dass die geschraubten Varianten eine höhere Verlustrate aufwiesen als die zementierten Kronen (Tabelle 6). Allerdings waren geschraubte Kronen deutlich unterrepräsentiert.

Einzelkronen	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
geschraubt	368	13	3,53
zementiert	2799	44	1,57
Gesamt	3167	57	1,79

Tabelle 6 Explantationshäufigkeiten für geschraubt vs. zementiert (Einzelkronen)

Unisono kann festgestellt werden, dass Einzelkronen unabhängig vom Standort jeweils eine günstigere Prognose hatten als andere Versorgungsarten ($p < 0,0001$ in allen Vergleichen) (Tabelle 7, Tabelle 8, Tabelle 9).

Molaren	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
Einzelkronenmolaren	1311	29	2,21
Sonst. Molaren	2198	157	7,14
Gesamt	3509	186	5,30

Tabelle 7 Explantationshäufigkeiten für Molaren: Einzelkronen gegen sonstige

Prämolaren	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
Einzelkronenprämolaren	949	20	2,11
Sonst. Prämolaren	2414	131	5,43
Gesamt	3363	151	4,49

Tabelle 8 Relative Explantationshäufigkeiten für Prämolare: Einzelkronen gegen sonstige

Frontzähne	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
Einzelkronenfrontzähne	851	8	0,94
Sonst. Frontzähne	2409	116	4,82
Gesamt	3260	124	3,80

Tabelle 9 Relative Explantationshäufigkeiten für Frontzähne: Einzelkronen gegen sonstige

Wie schon oben berichtet, hat der Oberkiefer eine günstigere Prognose und das gilt für die Einzelkronen ebenso ($p < 0,0001$) (Abbildung 5).

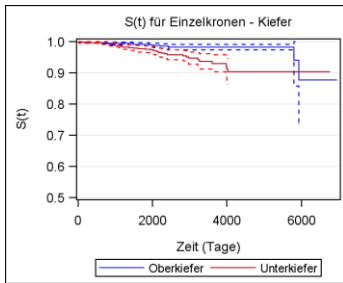


Abbildung 5 Überlebenskurve für Einzelkronen auf Implantaten in Ober- und Unterkiefer

Differenziert man die Einzelkronen, da sie die größte Gruppe darstellen weiter nach ihrem Standort im Kiefer so scheinen Implantate am Orte der Canini die besten Chancen zu haben, gefolgt von Incisivi, Prämolaren und Molaren (Tabelle 10, Abbildung 6).

Zahnposition	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
Einzelkrone			
C - Canini	158	0	0,00
I - Incisivi	713	8	1,12
P - Prämolaren	967	20	2,07
M - Molaren	1329	29	2,18
Gesamt	3167	57	1,80

Tabelle 10 Absolute und relative Verlustraten von Einzelzahnimplantaten an verschiedenen Zahnpositionen

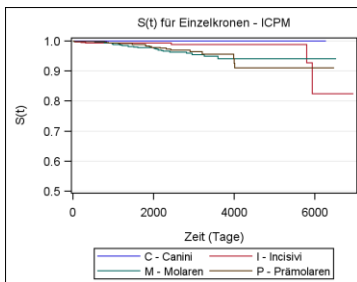


Abbildung 6 Überlebenskurven (S(t)) für Einzelkronen - ICPM

Der Log-Rank-Test ergab jedoch, dass die Incisivi die vorderste Position einnahmen, dann erst folgten die Canini, Prämolaren und Molaren.

Im Oberkiefer-Seitzahnbereich von 4 bis 8 war zwischen Einzelkronen nach Sinuslift und solchen mit anderen Augmentationen kein Unterschied feststellbar ($p = 0,5011$). Die Überlebensrate betrug ca. 96 % nach 18 Jahren (Abbildung 6, Abbildung 7).

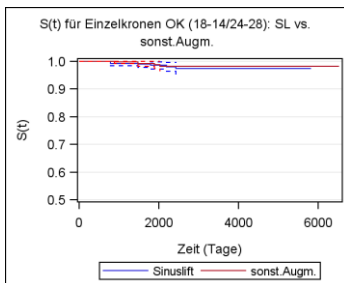


Abbildung 6 Überlebenskurven $S(t)$ für Einzelkronen bei Sinuslift versus andere Augmentationen

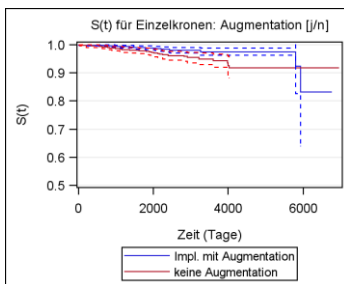


Abbildung 7 Überlebenskurven $S(t)$ für Einzelkronen mit und ohne Augmentation

Die Einzelkronenversorgung auf verschiedenen Implantat Typen lässt Vorteile für die Astra-Implantate erkennen, die jedoch wegen der kürzeren Liegezeit beim Log-Rank-Test nach den Friadent-Produkten den zweiten Platz einnehmen, gefolgt von Camlog und den übrigen Typen (Abbildung 8). Ein signifikanter Unterschied war nur zwischen Friadent und den übrigen nachzuweisen ($p = 0,0477$).

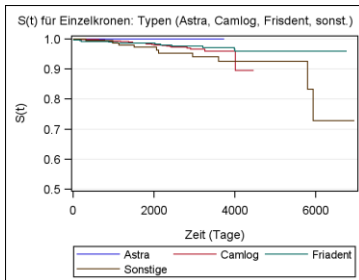


Abbildung 8 Überlebenskurven ($S(t)$) für Einzelkronen: Typen (Astra, Camlog, Friadent, sonst.)

Zahngruppensersatz

Brücken auf Implantaten oder Implantaten und Zähnen (ZGE) nahmen die zweite Position in der Häufigkeit der Versorgungen mit 22,81 % ein. Die Verlustquote der involvierten 2319 Implantate betrug 2,85 %. Im paarweisen statistischen Vergleich waren diese Implantate gegenüber dem zahnlosen Oberkiefer (ZOK) signifikant bevorteilt. Nachteile zeigten sich gegenüber dem Einzelzahnersatz (EZE), der Pfeilvermehrung (PV) und den Reparaturimplantaten (PVrep). Die Kaplan-Meier-Kurven für die einzelnen Versorgungsarten verdeutlichen, dass sich die Implantate unter Brücken zwar noch über denen für den zahnlosen Oberkiefer einordnen, jedoch auch am Ende der Kurvenschar zu finden sind (Abbildung 7).

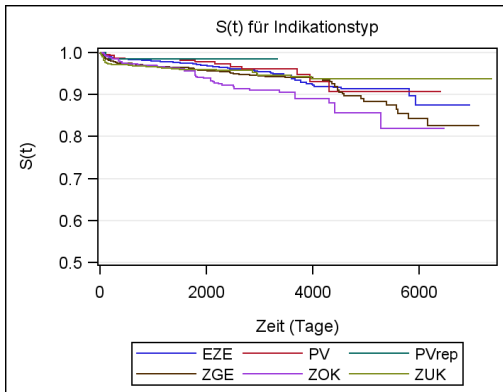


Abbildung 7 Überlebenskurven (S(t)) für Indikationstyp

Diese Positionierung wird auch durch den Log-Rank-Test bestätigt (Tabelle 11).

Test	Chi- Quadrat	FG	p-Wert	Rang: ZOK	Rang: PVrep	Rang: ZUK	Rang: EZE	Rang: PV	Rang: ZGE
Log-Rank	19,3999	5	0,0016	19,514	-0,055	-7,532	-6,975	-3,824	-1,238

Tabelle 11 Ergebnis des Log-Rank Tests für Indikationstyp

Geschraubte Brücken erwiesen sich sowohl bei den rein Implantat-getragenen als auch den Zahn-Implantat getragenen Konstruktionen als nachteilig.

Pfeilervermehrung für zirkuläre Konstruktionen (PV)

Implantate, die an Positionen unter zirkulären Konstruktionen stehen haben eine günstige Prognose zu erwarten. Eher gehen die mit einbezogenen Zähne verloren.

Implantate unter vorhandenen Konstruktionen (PVrep)

Die kleinste untersuchte Gruppe mit 90 Implantaten waren jene Implantate, die als Ersatz unter vorhandene Prothesen inseriert worden waren. Nur eines der Implantate ging verloren. Abbildung 7 zeigt aber auch, dass diese erst etwa 10 Jahre beobachtet werden.

Versorgungen bei zahnlosen Kiefern (ZUK, ZOK)

Unterkiefer (ZUK)

Die Betrachtung der Versorgung des zahnlosen Unter- bzw. Oberkiefers ergab folgende Resultate. Bei zwei Implantaten unter Cover Dentures im Unterkiefer waren Verluste nur bei Kugelankern zu verzeichnen, das betraf 6,06 % (Tabelle 12)

Versorgungsart im UK (mit 2 Implantaten)	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
Kugelanker CD	66	4	6,06
Magnete CD	42	0	0,00
Locator CD	14	0	0,00
Teleskope CD	8	0	0,00
Steg CD	95	0	0,00
Gesamt	185	4	2,16

Tabelle 12 Explantationshäufigkeiten für Zahnlose Cover Dentures im UK (mit 2 Implantaten)

Bei 4 Implantaten, der Hauptversorgungsart beim zahnlosen Unterkiefer traten bei Kugelankern 2,22 %, bei Stegversorgungen 2,33 % und bei Teleskopen 1,33 % Implantat Verluste auf, insgesamt in dieser Gruppe 1,99 % (Tabelle 13).

Versorgungsart im UK (mit 4 Implantaten)	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
Kugelanker CD	45	1	2,22
Steg CD	597	13	2,33
Teleskope CD	75	1	1,33
Magnete CD	7	0	0,00
Locator CD	28	0	0,00
Gesamt	752	15	1,99

Tabelle 13 Explantationshäufigkeiten für zahnlose CoverDentures im UK (mit 4 Implantaten)

Festsitzende Brücken im Unterkiefer wurden nur bei drei Patienten im Beobachtungszeitraum eingegliedert. In einem Fall kam es durch eine Osteomyelitis zum Verlust von zwei Implantaten die dann später wieder ergänzt wurden. Daraus ergab

sich, dass insgesamt 9,76 % der Implantate in dieser Versorgungsart verloren gegangen sind (Tabelle 14).

Versorgungsart im UK (mit 6 Implantaten)	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
Steg CD	25	4	16,4
Teleskope CD	5	0	0,00
Festsitzend geschraubt	11	0	0,00
Gesamt	41	4	9,76

Tabelle 14 Explantationshäufigkeiten für Zahnlose CoverDentures im UK (mit 6 Implantaten)

Die Kaplan-Meier Überlebensraten der einzelnen Gruppen im Unterkiefer zeigt Abbildung 8. Die geringe Häufigkeit der einzelnen Gruppen ließ hier keine statistische Testung zu.

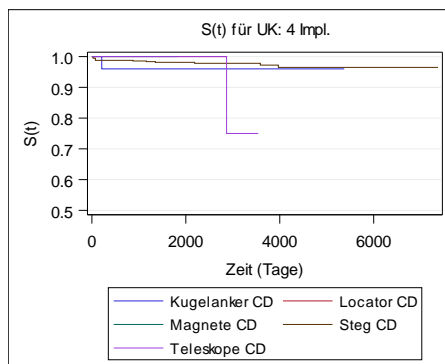


Abbildung 8 Überlebenskurven (S(t)) für Versorgungen des zahnlosen Unterkiefers

Oberkiefer (ZOK)

Im Oberkiefer war die Datenlage für die einzelnen Versorgungsarten relativ dünn, so dass nachhaltige Aussagen nicht möglich sind. Tabelle 15, Tabelle 16, Tabelle 17 und Abbildung 9 geben einen Überblick über die Resultate. Keines der Resultate unterschied sich jeweils signifikant von den anderen.

Versorgungsart im OK (mit 4 Implantaten)	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
Steg CD	66	5	7,58
Magnete CD	24	1	4,17
Locator CD	14	0	0,00
Teleskope CD	44	1	2,27
Gesamt	128	7	5,46

Tabelle 15 Relative Explantationshäufigkeiten für OK mit 4 Implantaten

Versorgungsart im OK (mit 6 Implantaten)	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
Steg CD	250	16	6,402,74
Kugelanker	8	0	0,00
Locator CD	18	0	0,00
Teleskope CD	64	0	0,00
Gesamt	340	16	4,70

Tabelle 16 Relative Explantationshäufigkeiten für OK mit 6 Implantaten

Versorgungsart im OK (mit 8 Implantaten)	N (Implantate)	N (Explantate)	% (Verluste)
abnehmbare Konstruktion Stege	55	1	1,82
abnehmbare Konstruktion Teleskope	15	0	0,00
Gesamt	50	1	1,43

Tabelle 17 Relative Explantationshäufigkeiten für OK mit 8 Implantaten

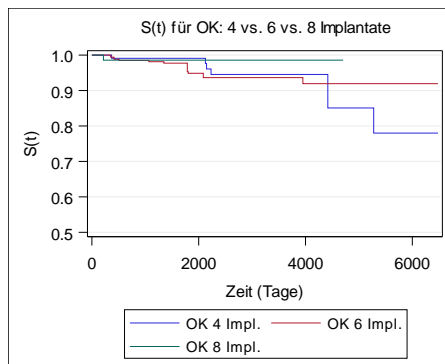
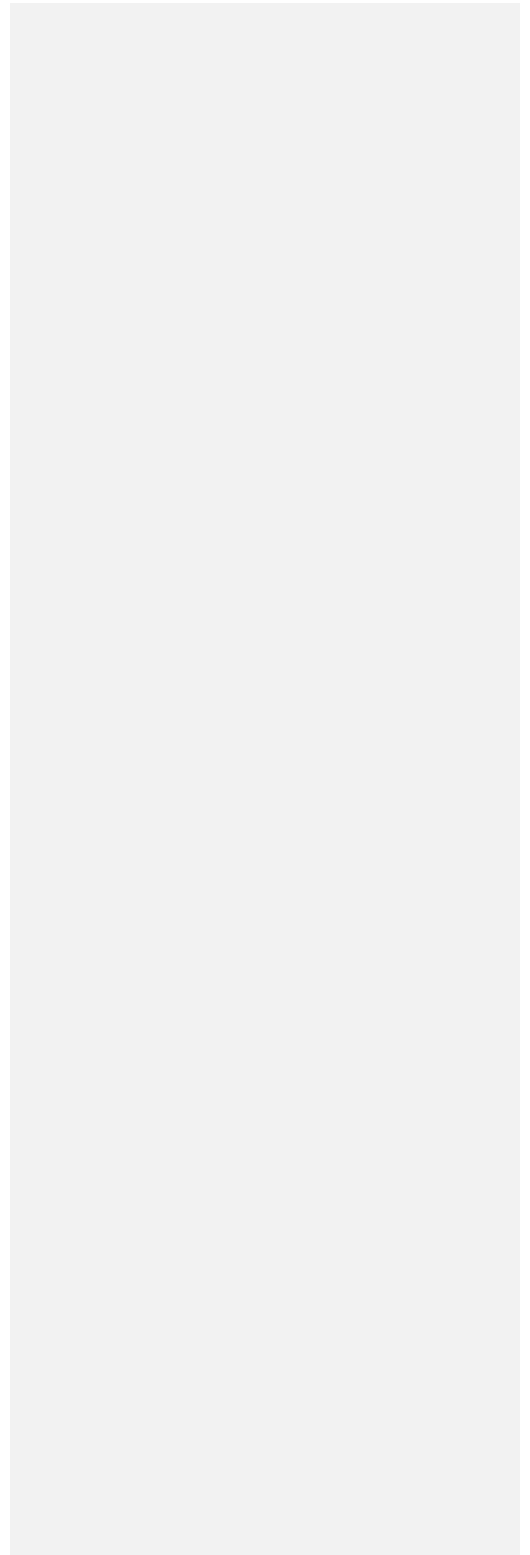


Abbildung 9 Überlebenskurven (S(t)) für Versorgungen des zahnlosen Oberkiefers



Diskussion

Überleben nach den Suprakonstruktionen

Die postprothetische Verlustrate für die rotationssymmetrischen Implantate betrug bei einer Gesamtbeobachtungszeit von 20 Jahren 2,27 %. Da Verluste und drop outs die Stichprobengröße reduzieren, besagt die Kaplan-Meier-Kurve, dass nach 20 Jahren noch 89 % der Implantate unter prothetischen Konstruktionen in situ sind.

Zementierte Konstruktionen lieferten niedrige Werte (2,18 %), gefolgt von abnehmbaren (2,98%) und verschraubten Konstruktionen (3,83 %). Der zeitliche Verlauf zeigt, dass die zementierten Varianten später deutlich abfallen, was hier auf den Einfluss der Blattimplantate zurückzuführen ist. Zu dieser Zeit war es Usus Hybridbrücken mit Teilungsgeschieben zu versehen und dies wurde besonders häufig bei Blattimplantaten umgesetzt. Spätere Versorgungen ohne Blätter zeigen diese Unterschiede nicht mehr. Naert et al., 2002 und Augthun, 2008 konnten ebenfalls mitteilen, dass nach ihren Ergebnissen Verbundbrücken gegenüber rein Implantat getragenen benachteiligt sind^{18,19}. In der vorliegenden Studie konnten analog zu Augthun, M, 2008 gezeigt werden, dass für Verbundbrücken geringere Überlebensraten gegenüber rein Implantat getragenen Brücken vorlagen¹⁹. Trotz der Überlegenheit der rein implantatgetragenen Versorgungen kann es aus klinischer Sicht sinnvoll sein, natürliche Zähne in die Versorgung mit einzubeziehen, um beispielsweise den Behandlungsaufwand oder die Versorgungskosten minimal zu halten. Die sehr unterschiedlichen Konstruktionsprinzipien der Verbundbrücken erschweren jedoch hierbei die Kosten-Nutzen Bewertung.

Einzelkronen

Die Einzelkrone auf dem Implantat war mit 3167 die vorherrschende Versorgungsart und hatte mit 1,80 % auch die geringsten Verluste. Auch hier war der Oberkiefer signifikant bevorteilt (1,05 % von 1804), Unterkiefer (2,79 % von 1363). Krebs et al 2013 teilen mit, dass die Frontzahneinzelimplantate höhere Überlebenswahrscheinlichkeiten aufweisen als jene im Seitenzahnbereich, dieses Ergebnis fanden wir auch¹⁷.

Astra-Implantate hatten einen Verlust von 0,24 %, Camlog 1,79 % Friadent-Produkte 2,41 % und die übrigen 7,13 %. Die Überlebenskurven, die ja auch den zeitlichen Verlauf berücksichtigen vermitteln eine Reihenfolge nach dem Log-Rank-Test die von Friadent-Implantaten angeführt wird, gefolgt von Camlog, Astra und den anderen. Diese Reihung erwies sich als nicht signifikant. Das erscheint widersprüchlich, ist aber darauf zurückzuführen, dass in den LogRank-Test die Datenmenge, die Verlustrate und der Zeitverlauf eingehen. Frialit II wird dadurch privilegiert, dass relativ wenig verloren gehen, dies in der Einheilphase passiert und diese Implantate fünf Jahre länger beobachtet wurden und damit die Verlustrate pro Zeiteinheit „verdünnt“ wird.

Da die kombinatorischen Möglichkeiten der prothetischen Versorgungen schier unendlich sind wurden Versorgungsklassen definiert, die die Variabilität auf 7 Gruppen etwas einschränkten (EZE, KB, ZGE, PV, ZUK, ZOK, PVrep).

Auch diese Typisierung zeigte für den Einzelzahnersatz das günstigste Ergebnis. Nicht versorgte Implantate (pekuniäre, psychische oder unbekannte Ursachen) erleiden sehr schnell hohe Verluste, die sonstige Reihenfolge wurde bestätigt.

Implantate, die in zirkuläre Konstruktionen (1,97 %) einbezogen sind, haben Vorteile gegenüber kürzeren Brücken (2,85 %), was auf den Schienungseffekt dieser Konstruktionen zurückzuführen sein dürfte.

Überlebensraten im zahnlosen Gebiss

Unterkiefer (ZUK)

Bei den zahnlosen Unterkiefern waren Konzepte mit 2, 4, 6 und mehr Implantaten unter Beobachtung. Meist erfolgte eine Stegversorgung mit Cover Denture. Einigermaßen repräsentativ waren die Ergebnisse für 2 Implantate mit Steg (95), wovon keines verloren ging, während das bei der Variante mit 4 Implantaten (597) 2,2 % waren. Die übrigen Möglichkeiten waren unterrepräsentiert, weswegen eine Bewertung keine Bedeutung hat.

Oberkiefer (ZOK)

Im Oberkiefer hatte die Versorgung mit 6 Implantaten eine Verlustquote von (4,39 %), bei 8 Implantaten waren das 1,42 % und bei 4 Implantaten 4,69 %, mehr scheint hier günstiger zu sein. Mit 4,15 % Verlusten beim zahnlosen Oberkiefer bei 578 Implantaten ist die Überlebensrate gegenüber dem Durchschnitt als durchaus günstig zu bewerten. Balaguer J. et al. stellten 2015 fest, dass die Implantate unter Deckprothesen im Unterkiefer eine höhere Überlebensrate aufwiesen (OK zu UK 91,9 % zu 98,6 % nach ca. 9 Jahren)¹⁵. Sie bestätigten unsere Ergebnisse, dass 4 Implantate im UK und 6 im OK vorzuziehen sind.

Keine Statistik kann für sich den Anspruch auf absolute Wahrheit erheischen. Bei den Betrachtungen zu den verschraubten Konstruktionen ist z. B. zu berücksichtigen, dass diese bevorzugt Anfang der 90-iger Jahre verwendet wurden, also Implantate zum Einsatz kamen (Blätter, IMZ, Tiolox u. a.), die es heute gar nicht mehr gibt und zudem auch der Einfluss der Lernkurve eine Rolle gespielt haben dürfte.

Es scheint so zu sein, dass der Einzelzahnersatz, die Implantate in zirkulären festen oder abnehmbaren Konstruktionen und unter vorhandenem Zahnersatz höhere

Überlebensraten erwarten lassen. Ebenso scheint es richtig zu sein, dass eine höhere Zahl von Implantaten zu besseren Ergebnissen führt. Auch sind rein implantatgetragene Konstruktionen gegenüber Zahn-implantatgetragenen Arbeiten bevorteilt. Insgesamt gesehen sind implantatgetragene Konstruktionen außerordentlich erfolgreich.

Resümee

Die eingangs formulierte primäre Hypothese (H1)-These, dass weniger Belastung der Einzelzahnersatz (EZE), hierzu gehören neben den Einzelkronen auch die Kronenblöcke, bei denen je ein Implantat an jeder Zahnposition steht, zu höheren Überlebensraten führt, wird in Betrachtung der Ergebnisse nicht bestätigt, wenngleich das Signifikanzniveau nur knapp verfehlt wurde ($p = 0,066$). Allerdings jedoch haben Einzelkronen auf Einzelimplantaten und Implantate die zur Pfeilvermehrung in zirkuläre Konstruktionen integriert wurden, hatten die längste Überlebenserwartung. Diese Belastungsreduzierung vergrößerte die Überlebensrate auch, wenn die Zahl der Implantate erhöht wurde, im Unterkiefer 4 statt 2, im Oberkiefer 8 statt 6 oder 4. Abweichend davon zeigten aber auch die Implantate, die zur Wiederherstellung der Funktion von vorhandenen Prothesen inseriert wurden hohe Überlebensraten, obwohl z.T. nur ein Implantat z. B. an 43 die gesamte Prothesenseite trägt. Alle Unterthesen (H2-H4) konnten mit dem hier präsentierten Datenmaterial bestätigt werden. Zugespißt formuliert hat das mit einer zementierten Krone versorgte Einzelzahnimplantat in der oberen Front bei Frauen die höchste Wahrscheinlichkeit lange zu überleben, selbst wenn dabei augmentative Maßnahmen nötig gewesen waren².

Insgesamt gesehen steht die Erfolgswahrscheinlichkeit implantatprothetischer Lösungen anderen Ersatzlösungen nicht nur gleichwertig gegenüber, sondern übertrifft diese meist hinsichtlich Funktionalität, Ästhetik, Hartschutz und Lebensqualität.

Literatur

- 1 Knöfler, W., Barth, T., Graul, R. & Schmenger, K. Beobachtungen an 10000 Implantaten über 20 Jahre - eine retrospektive Studie - Einfluß von Alter, Geschlecht und Anatomie. *Implantologie* 2016;24:1-13.
- 2 Knöfler, W., Barth, T., Graul, R. & Krampe, D. Retrospective analysis of 10,000 implants from insertion up to 20 years-analysis of implantations using augmentative procedures. *Int J Implant Dent* 2016;2:25.
- 3 Knöfler, W., Barth, T., Graul, R., Krampe, D. & Schmenger, K. Beobachtungen an 10000 Implantaten über 20 Jahre - eine retrospektive Studie – Der Einfluss von Implantatlänge, –durchmesser und Typ auf die Überlebensrate. *Implantologie* 2017;25:413-421.
- 4 Levin, L., Sadet, P. & Grossmann, Y. A retrospective evaluation of 1,387 single-tooth implants: a 6-year follow-up. *J Periodontol* 2006;77:2080-2083.
- 5 Rossi, F. *et al.* Use of short implants (6 mm) in a single-tooth replacement: a 5-year follow-up prospective randomized controlled multicenter clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2016;27:458-464.
- 6 Malo, P., de Araujo Nobre, M., Lopes, A., Ferro, A. & Gravito, I. Single-Tooth Rehabilitations Supported by Dental Implants Used in an Immediate-Provisionalization Protocol: Report on Long-Term Outcome with Retrospective Follow-Up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17 Suppl 2:e511-519.
- 7 Jung, R. E., Zembic, A., Pjetursson, B. E., Zwahlen, M. & Thoma, D. S. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23 Suppl 6:2-21.
- 8 Gunne, J., Astrand, P., Ahlen, K., Borg, K. & Olsson, M. Implants in partially edentulous patients. A longitudinal study of bridges supported by both implants and natural teeth. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:49-56.
- 9 Makkonen, T. A. *et al.* A 5-year prospective clinical study of Astra Tech dental implants supporting fixed bridges or overdentures in the edentulous mandible. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:469-475.
- 10 Andersson, P., Degasperis, W., Verrocchi, D. & Sennerby, L. A Retrospective Study on Immediate Placement of Neoss Implants with Early Loading of Full-Arch Bridges. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17:646-657.
- 11 Mertens, C. & Steveling, H. G. Implant-supported fixed prostheses in the edentulous maxilla: 8-year prospective results. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:464-472.
- 12 Ferrigno, N., Laureti, M., Fanali, S. & Grippaudo, G. A long-term follow-up study of non-submerged ITI implants in the treatment of totally edentulous jaws. Part I: Ten-year life table analysis of a prospective multicenter study with 1286 implants. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:260-273.

- 13 Wang, F. *et al.* Maxillary Four Implant-retained Overdentures via Locator(R) Attachment: Intermediate-term Results from a Retrospective Study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016;18:571-579.
- 14 Raghoobar, G. M., Meijer, H. J., Slot, W., Slater, J. J. & Vissink, A. A systematic review of implant-supported overdentures in the edentulous maxilla, compared to the mandible: how many implants? *Eur J Oral Implantol* 2014;7 Suppl 2:S191-201.
- 15 Balaguer, J., Ata-Ali, J., Penarrocha-Oltra, D., Garcia, B. & Penarrocha-Diago, M. Long-term survival rates of implants supporting overdentures. *J Oral Implantol* 2015;41:173-177.
- 16 Kaplan, E. L. & Meier, P. Nonparametric estimation from incomplete observations. *American Statistical Association Journal* 1958;53:457-481.
- 17 Krebs, M. *et al.* Long-term evaluation of ANKYLOS(R) dental implants, part i: 20-year life table analysis of a longitudinal study of more than 12,500 implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17 Suppl 1:e275-286.
- 18 Naert, I. *et al.* Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. part I: a longitudinal clinical evaluation. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:381-389.
- 19 Augthun, M. Langzeitbewährung von Verbundbrücken. *Implantologie* 2008;16:251-260.