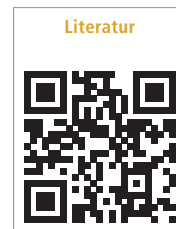


In der vorliegenden Studie wurden die Daten von 10.165 Implantaten bei 3.095 Patienten aus drei implantologisch orientierten Praxen nach identischen Kriterien erhoben und zusammengefasst. Von den Patienten waren 55 Prozent Frauen und 45 Prozent Männer, die zwischen 1991 und 2011 mit Implantaten versorgt wurden. Die Überlebensraten wurden mit der Kaplan-Meier-Methode und als Input-Output-Berechnung ermittelt und u. a. der Einfluss von Alter, Geschlecht und Implantattyp geprüft.



Über 20 Jahre Beobachtungen an 10.000 Implantaten

Eine retrospektive Studie

Dr. med. habil. Wolfram Knöfler, Dr. med. Thomas Barth, Dr. med. Reinhard Graul,
Dr. Dietmar Krampe, Dipl.-Biol. Kai Schmenger

Die Mitteilungen zur Gesamtüberlebensrate von Implantaten haben sich in den vergangenen 15 Jahren deutlich nach oben entwickelt. Tetsch (1977) berichtete noch von Misserfolgen in der Größenordnung um 50 Prozent.¹ Die Deutsche Gesellschaft für Implantologie (DGI) ging 2000 davon aus, dass nach zehn Jahren, je nach Indikation und Versorgungsart, zwischen 71 und 97 Prozent der Implantate unter Funktion stehen.⁴ Seitdem tendieren die Aussagen eher gegen 95 Prozent.⁵⁻⁹ Es konnte gezeigt werden, dass zu dem zeitlichen Erscheinen der Artikel auch der Umfang der Untersuchung und deren Beobachtungsdauer eine Rolle spielt.² Je jünger die Publikation, je länger die Beobachtungsdauer und je mehr Implantate eingeschlossen waren, desto günstiger waren die Resultate, obwohl kaum eine Publikation die Bedeutung der individuellen Erfahrung der Operateure/Prothetiker berücksichtigt. Eine Ausnahme bildet die Studie von Jemt et al. 2016, in der die Beziehung zwischen der Erfolgsrate und den Operateuren gezeigt werden konnte.¹⁰ Auch die Deutsche Gesellschaft für Orale

Implantologie e.V. (DGOI) weist in ihren wissenschaftlichen Auswertungen zu Risiken und Komplikationen darauf hin, dass Erfolg und Misserfolg offensichtlich entscheidend von der Expertise bzw. der Lernkurve des Operateurs und der fachkundigen Anwendung der neuesten technischen Weiterentwicklungen in der Implantologie abhängen.¹¹ Temmerman et al. meinen 2015 hingegen, dass angeleitete Studenten ähnliche Erfolgsraten produzieren wie erfahrene Implantologen.¹² Eine ähnliche Ansicht vertraten Kroeplin und Strub 2011.¹³ Die meisten Implantatverluste treten in der Phase der Einheilung bzw. im ersten Jahr auf, weitere Verluste sind dann über die nächsten 20 Jahre verteilt. Lemmermann und Lemmermann gaben 2005 bei 1.003 Implantaten an, dass 75 Prozent der Verluste in der Frühphase eintreten.¹⁴ Hauptverlustursachen sind initial die nicht erfolgte Osseointegration, später die Periimplantitis, Überlastungserscheinungen und Brüche. In dieser Studie sollten besonders die Gesamtüberlebensraten in Abhängigkeit von den Erfahrungen der Operateure und den Implantattypen betrachtet werden.

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 3.095 Patienten 10.165 Implantate inseriert. Eine Übersicht der verwendeten Implantattypen zeigt Tabelle 1. Von diesen Patienten waren 1.693 Frauen (55,3 Prozent) mit insgesamt 5.626 Implantaten und 1.401 Männer (44,7 Prozent) mit 4.539 Implantaten. Bei einem Patienten waren keine Angaben zum Geschlecht gemacht.

Das mittlere Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Implantation betrug 52,4 Jahre. Im Durchschnitt wurden bei den Frauen 3,32, bei den Männern 3,24 Implantate inseriert. Gegenüber einer früheren Mitteilung sind die Patienten jetzt im Durchschnitt um vier Jahre älter und haben ein Implantat mehr.¹⁵

Parameter

Neben demografischen Daten wurden folgende Parameter erhoben:

Implantattyp	Barth		Graul		Knöfler		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Altatech-Produkte	3.933	73,08	362	46,95	1.768	44,07	6.063	59,65
Friadent-Produkte	926	17,21			569	14,18	1.495	14,71
Astra Tech-Produkte	5	0,09	338	43,84	579	14,43	922	9,07
Blattimplantate	2	0,04	1	0,13	277	6,90	280	2,75
Frialoc	50	0,93			115	2,87	165	1,62
K.S.I. Bauer-Schraube					134	3,34	134	1,32
Pitt-Easy Bio-Oss	190	3,53			144	3,59	334	3,29
ZL Duraplant					186	4,64	186	1,83
IMZ	237	4,40			38	0,95	275	2,71
Sonstige			3	0,39	2	0,05	5	0,05
Tilox					43	1,07	43	0,42
BIOLOX					1	0,02	1	0,01
Brånemark			4	0,52	33	0,82	37	0,36
Bonefit					7	0,17	7	0,07
Bicorticalschraube	13	0,24			9	0,22	22	0,22
Ankylos	1	0,02			4	0,10	5	0,05
Endopore					47	1,17	47	0,46
alphatech	25	0,46					25	0,25
Trinon					1	0,02	1	0,01
Straumann			2	0,26			2	0,02
3i/OSSEOTITE			2	0,26	48	1,20	50	0,49
bredent blueSKY			4	0,52			4	0,04
Imtech			16	2,08			16	0,16
Q-Implant			14	1,82			14	0,14
Semados®			20	2,59			20	0,20
Vital-Schraubenimplantat			4	0,52			4	0,04
Z-Lock-Implantat			1	0,13			1	0,01
OT medical Kugelkopf					7	0,17	7	0,07
Gesamt	5.382	100	771	100	4.012	100	10.165	100

Tab. 1: Übersicht über die inserierten Implantattypen in den beteiligten Praxen.

Implantattyp, -länge, -durchmesser, -position, Indikationsklasse (Einzelzahnersatz [EZE], Zahngruppeneersatz [ZGE], reduziertes Restgebiss, Zahnlose [ZUK, ZOK], „Reparaturimplantate“ [PVRep]), 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.

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 (Prozentwerte).
– Bei metrischen Daten waren dies das arithmetische Mittel, als Maß für

Variabilität die Standardabweichung, das Minimum und Maximum, die Fallzahl sowie die Perzentile.

- Die Überlebenswahrscheinlichkeiten wurden mithilfe 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 werden der geschätzte Unterschied (Prozent) sowie dessen 95 Prozent Konfidenzintervall angegeben.

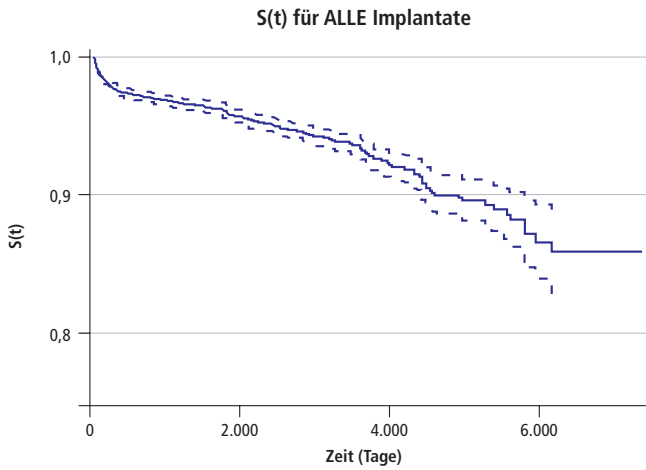


Abb. 1: Überlebenswahrscheinlichkeit aller Implantate.

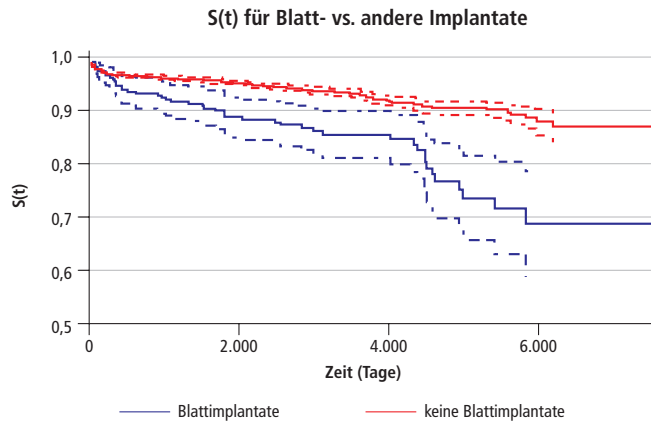


Abb. 2: Überlebenswahrscheinlichkeit nach Implantatarten getrennt.

Ergebnisse

Die implantatbezogene Überlebensrate und -wahrscheinlichkeit

Die Ein-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit aller Implantate lag bei 97 Prozent, sank nach fünf Jahren auf 96 Prozent und nach zehn Jahren auf 93 Prozent. Nach 16 Jahren lag die Verweildauerwahrscheinlichkeit bei 86 Prozent (Abb. 1).

Die festgestellte Gesamtverlustrate (Verlustrate) von 4,54 Prozent verbessert sich auf 4,20 Prozent, wenn die 280 Blattimplantate unberücksichtigt bleiben. Da Blattimplantate heute kaum bzw. nicht mehr verwendet werden, ist eher ein Verlauf der Verweildauerwahrscheinlichkeit anzunehmen, wie durch die rote Kurve in Abbildung 2 gezeigt wird.

Danach liegt die Überlebenswahrscheinlichkeit der rotationssymmetri-

schen Implantate nach 16 bis 20 Jahren bei etwa 88 Prozent, die der Blattimplantate bei 70 Prozent (Abb. 2).

Die patientenbezogene Überlebensrate und -wahrscheinlichkeit insgesamt

Betrachtet man die patientenbezogene Überlebenswahrscheinlichkeit, die beinhaltet, dass der Verlust eines Implantats bei einem Patienten das beobachtete Ereignis ist, so ist ein bemerkenswert niedrigerer Verlauf der Kaplan-Meier-Kurve zu verzeichnen und zu erwarten (Abb. 3 und 4). Das bedeutet, dass Patienten, die schon 20 Jahre lang rotationssymmetrische Implantate tragen, zu 30 Prozent einem Verlustereignis begegnet sind, und bei Blattimplantaten waren es sogar 40 Prozent. In den ersten beiden Jahren 1991/92 wurde das Ergebnis durch ZL-Duraplant-Im-

plantate und Blattimplantate wesentlich beeinflusst (s. u.), die zu dem deutlichen Abfall der Kaplan-Meier-Kurve ab 5.200 Tagen führten. Ohne diese kann vermutet werden, dass nur bei 15 Prozent der Patienten ein Verlustereignis eintreten würde.

Implantatverlustursachen

Insgesamt gingen während der Beobachtungszeit von 20 Jahren von 10.165 inserierten Implantaten 461 verloren, das sind 4,54 Prozent. Für die einzelnen Praxen lauteten die Werte 3,7 Prozent (Praxis Barth), 4,58 Prozent (Praxis Graul) und 5,62 Prozent (Praxis Knöfler). Betrachtet man die Resultate ohne Blattimplantate, die anfangs noch eine gewisse Rolle spielten, so lauteten die Zahlen 3,7 Prozent, 4,46 Prozent und 4,88 Prozent. Die Gründe für die Explantation waren hauptsächlich akute

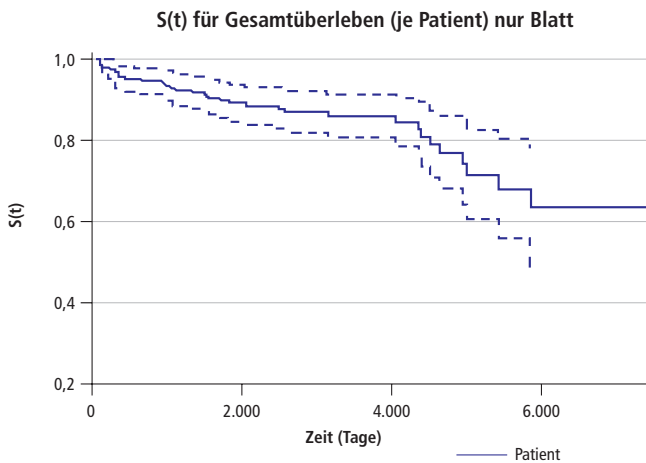


Abb. 3: Patientenbezogene Überlebenswahrscheinlichkeit der Blattimplantate.

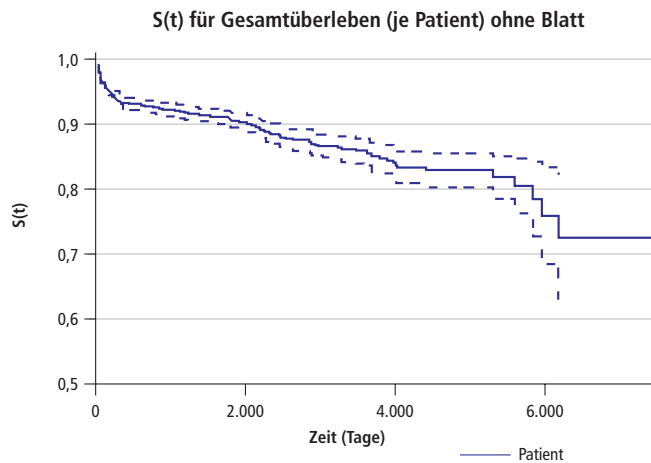


Abb. 4: Überlebenswahrscheinlichkeit nach den Patienten ohne Blätter.

Grund für Explantation	N (Implantate)	% (Verluste)
Periimplantitis chronica	234	50,76
Periimplantitis totalis chronica	112	24,30
Periimplantitis totalis acuta	62	13,45
Osteolyse	13	2,82
Fehlbelastung während der Einheilungszeit	11	2,39
Implantatbruch	8	1,74
Periimplantitis apicalis	6	1,30
Osteolyse bei fehlerhafter oder nicht sinnvoller Augmentation	3	0,65
Aversion, Expl. auf Wunsch	3	0,65
Freiliegende Schulter bei Blattimplantaten	2	0,43
Parästhesie	1	0,22
Prov. Implantat	1	0,22
–	5	1,08
Gesamt	461	100,0

Tab. 2: Implantatverlustursachen im Überblick.

und chronische Periimplantitiden, wobei die klassische Periimplantitis mit Weichgewebeteilung und Knochenbefall dominierte (Tab. 2). In den Leitlinien oder Statements der führenden wissenschaftlichen Gesellschaften wird meist auf die Spätform der Periimplantitis mit Mukositis und Ostitis eingegangen, von den Autoren im Beitrag als Periimplantitis chronica bezeichnet.^{17,18} Die Frühformen entzündlicher Erscheinungen, die ebenfalls zum Verlust führen, werden dabei weniger berücksichtigt. Diese sind die akuten Osteomyelitiden oder deren lokal begrenzte Form, die sofort zur Entfernung des Implantats zwingen (Periimplantitis totalis acuta), oder jene schleichend verlaufende Form, die dem Patienten nicht auffällt und dem Behandler ebenfalls nicht und bei der Eröffnung überraschend festgestellt wird, dass keine Osseointegration stattgefunden hat, sondern sich das Implantat durchdreht (Periimplantitis totalis chronica). Sehr wohl sind das pathohistologisch betrachtet ebenfalls Entzündungen, obwohl sie völlig anders verlaufen als die später auftretende Periimplantitis mit Mukositis und fortschreitendem Knochenabbau um die Implantate nach zunächst erfolgter Osseointegration (Lehrinhalte der Universität Leipzig, Dr. Hans-Ludwig Graf, persönliche Mitteilung).

Die meisten Implantatverluste ereigneten sich während der Einheilzeit in den ersten Monaten bis zu zwei Jahren. In den ersten sechs Monaten gingen 174 Implantate verloren, bis zum Ende des zweiten Jahres weitere 90, bis zu fünf Jahren weitere 69, bis 15 Jahre noch 114 und danach noch sechs (Abb. 5). Lediglich acht Implantate gingen durch Implantatbruch verloren. Das waren ein Semados®-Implantat (3,8x15mm) bei

46, eine Bränemark-Fixture (3,5x15mm) bei 23 (Brücke bis 28), ein Astra-MicroThread-Implantat (3,5x9mm) bei 36, zwei IMZ-Zylinder TwinPlus (3,3x15/13mm) bei 13 und 17, ein ZL-Implantat (2,9x15mm) bei 23 und zwei Blattimplantate bei 15 und 16.

Iatrogene Einflussfaktoren: Lernkurven der Behandler

Es darf unterstellt werden, dass jeder Behandler bei der Einarbeitung in ein neues Tätigkeitsfeld zum Anfang ein paar Probleme mehr hat als der Routinier. Das zu untersuchen, war bei dem vorliegenden Datenmaterial eine verlockende Möglichkeit.

Nach den ersten, eher tastenden Versuchen wurde das Vorgehen in den folgenden Jahren routinierter und erreichte ein vorläufiges Maximum nach 14 Jahren (Abb. 6) mit nahezu 1.000 Implantaten pro Jahr.

Die weitere Untersuchung wurde in Schritten von zwei Jahren aufgeteilt, weil die Implantatzahl in den Praxen anfangs zu gering war, als dass sich eine jährliche Betrachtung gelohnt hätte.

1991/92 wurden 70 Implantate inseriert (Tiolox 15, zwei in fünf Jahren explantiert, Blätter 19/5, ZL 14/2 und IMZ 22/0). Nach fünf Jahren Liegezeit waren neun von diesen 70 Implan-

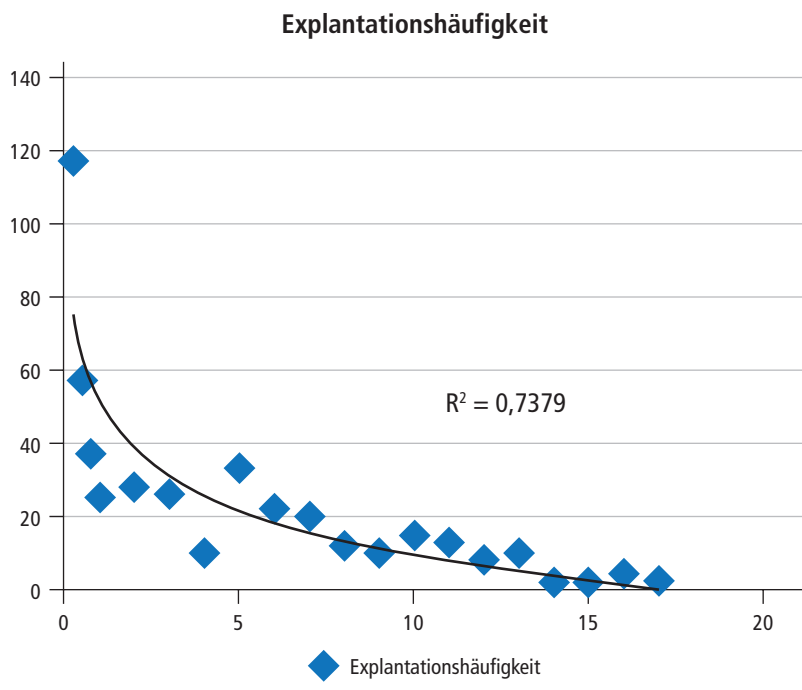


Abb. 5: Implantatverluste in Abhängigkeit von der Liegedauer.

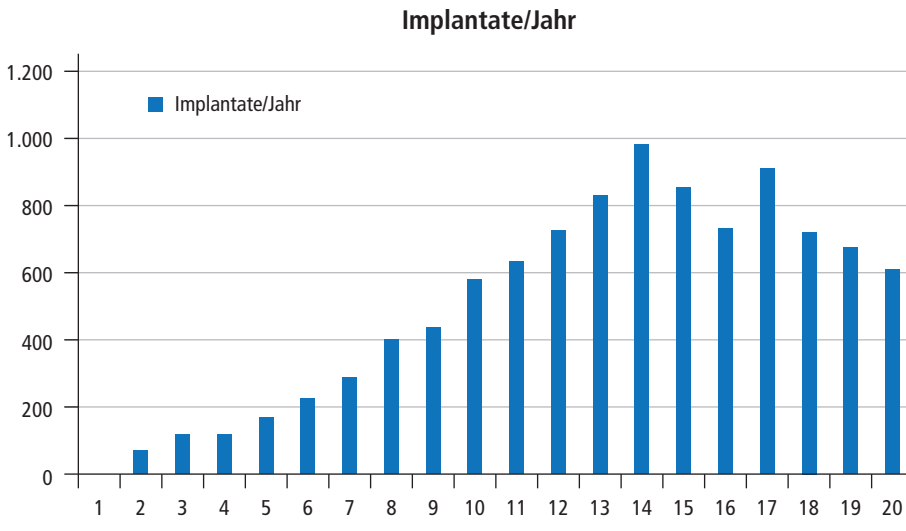


Abb. 6: Implantatfrequenz der Behandler pro Jahr.

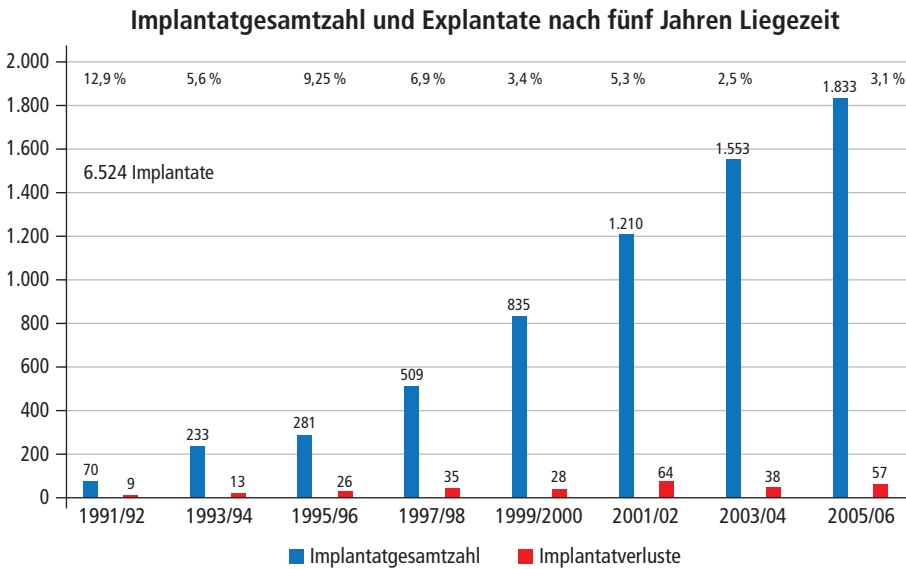


Abb. 7: Implantatverlustquoten nach fünf Jahren Liegezeit.

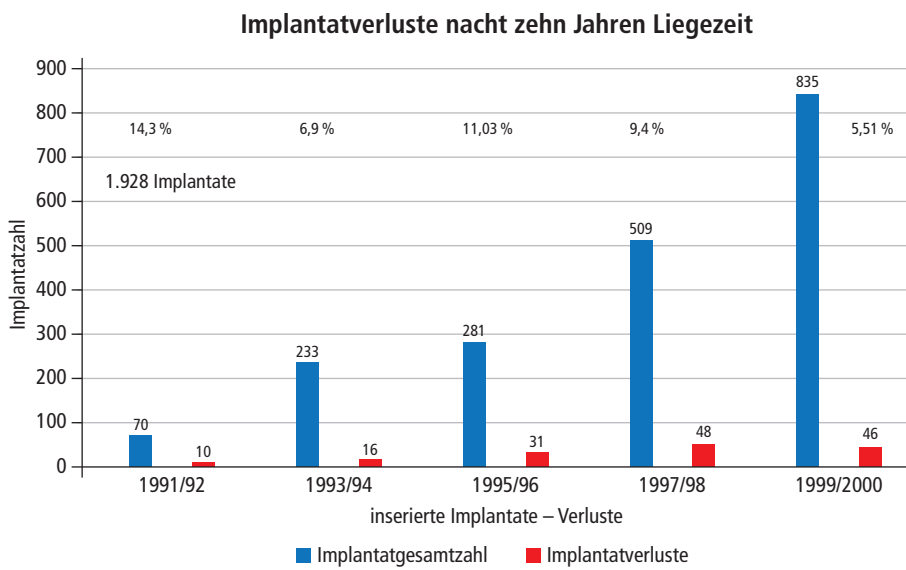


Abb. 8: Implantatverlustquoten nach zehn Jahren Liegezeit.

ten verloren gegangen (12,9 Prozent), nach zehn Jahren war es eines mehr (14,3 Prozent).

1993/94 wurden 233 Implantate inseriert, wovon nach fünf Jahren 13 (5,6 Prozent) und nach zehn Jahren 16 (6,9 Prozent) explantiert waren (Blätter 62/6, ZL 90/10, Tiolox, Frialit II, IMZ, K.S.I. Bauer-Schraube GmbH und BIOLOX keine Verluste).

Von den 281 Implantaten 1995/96 gingen nach fünf Jahren 26 (9,25 Prozent) und nach zehn Jahren weitere fünf verloren, 31 (11,3 Prozent).

1997/98 waren es 509 Implantate, die nach fünf Jahren 35 (6,9 Prozent) und zehn Jahren 48 (9,4 Prozent) Verluste aufwiesen.

1999/2000 waren das 28 (3,4 Prozent) und 46 (5,51 Prozent) von 835.

Die Betrachtung für zehn Jahre Liegezeit musste dann beendet werden, da die Beobachtung Ende 2011 abgeschlossen war und somit keine zehn Jahre mehr erreicht wurden. Die Betrachtung nach fünf Jahren Liegezeit konnte aber noch fortgesetzt werden. So lag die Überlebensrate der 1.210 Implantate von 2001/02 bei 5,3 Prozent, der 1.553 von 2003/04 bei 2,5 Prozent und der 1.833 Implantate von 2005/06 bei 3,1 Prozent (Abb. 7 und 8).

Bei näherer Betrachtung stellte sich heraus, dass die anfangs so hohen Verluste überwiegend auf die Blattimplantate (26 Prozent nach fünf Jahren) und die ZL-Duraplast-Implantate (21 Prozent) zurückzuführen waren, die beide für reduziertes Knochenangebot unter Vermeidung von Augmentationen vorgesehen waren. Mit mehr Erfahrung wurde das zwar besser (1993/94, Blätter 9,7 Prozent, ZL 11 Prozent nach fünf Jahren), blieb aber hinter den anderen verwendeten Implantaten deutlich zurück, die keine Verluste aufwiesen. 1995/96 wurden zusätzliche Implantattypen eingeführt, die sofort hohe Verluste nach sich zogen, Brånemark 10/4 (40 Prozent), Semados® 6/3 (50 Prozent) und noch immer Blätter 34/6 (17,6 Prozent) und ZL 7/2 28,6 Prozent. 1997/99 waren es bei den Blättern 22,5 Prozent Verluste und bei ZL 15,4 Prozent. 1999/2000 kamen die CAMLOG-Implantate hinzu

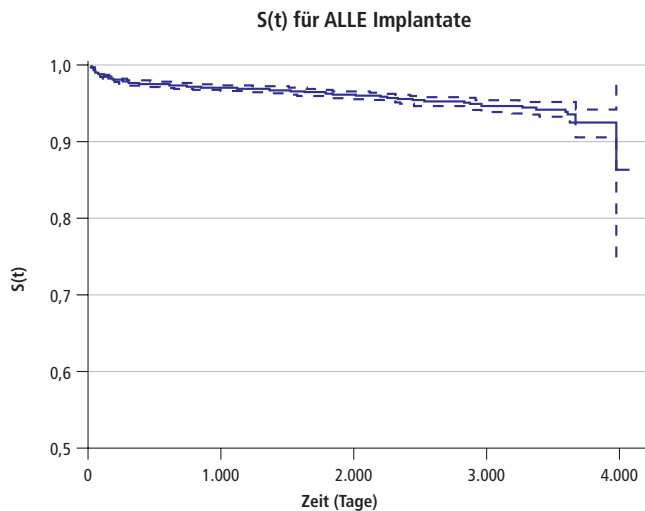


Abb. 9: Überlebenswahrscheinlichkeit 2001 bis 2011.

und verzeichneten nach fünf Jahren 12,3 Prozent Verlust, der so hoch nie wieder eintrat. Schon im Folgejahr lag er nur noch bei 3,3 Prozent. Es scheint also so zu sein, dass die Einführung eines neuen Systems zunächst einige Startschwierigkeiten mit sich bringt, die sich in der Überlebensrate ausdrücken können.

Die patientenbezogene Überlebensrate und -wahrscheinlichkeit 2001–2011

Um eine Betrachtung zu ermöglichen, die davon ausgeht, dass die Implantate durch einen schon versierten Operateur eingesetzt werden, wurde die gesamte Statistik nochmals gerechnet, aber nur der Zeitraum von 2001 bis 2011 berücksichtigt. In diese Berechnung gingen dann immerhin noch 8.230 Implantate ein und die Verlustquote betrug nur

noch 3,28 Prozent. Die Kaplan-Meier-Kurve endet bei etwa 95 Prozent nach zehn Jahren (Abb. 9). Blattimplantate spielen nur noch eine sehr untergeordnete Rolle und beeinflussen das Endergebnis lediglich um 0,03 Prozent.

Die Verlustquoten der einzelnen Praxen betragen nun für Praxis Barth 2,81 Prozent, Praxis Graul 4,03 Prozent und Praxis Knöfler 3,77 Prozent. Abbildung 10 zeigt die entsprechenden Kaplan-Meier-Kurven.

Die seit 2001 verwendeten Implantattypen erreichen ein Überlebensniveau von deutlich über 90 Prozent, und sogar die mit entsprechender Erfahrung inserierten 98 Blattimplantate sind nach zehn Jahren noch zu 90 Prozent in situ (Abb. 11 und 12).

Hinsichtlich der Erfolgserwartung in Ober- und Unterkiefer ergaben sich keine anderen Resultate gegenüber der

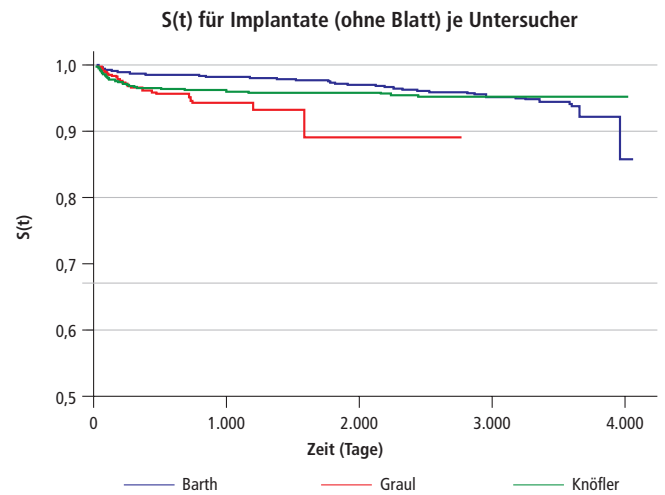


Abb. 10: Überlebenswahrscheinlichkeit in den beteiligten Praxen 2001 bis 2011.

Gesamtstichprobe (vgl. Knöfler 2016).²

Die Verluste im Oberkiefer lagen signifikant unter denen des Unterkiefers (2,57 zu 4,09 Prozent). Dies traf auch auf die einzelnen Zahngruppenpositionen zu. Der Unterschied der in augmentierte Lager (laterale Kieferkamm-augmentationen, interne und externe einzeitige Sinuslift-Augmentationen) inserierten Implantate zu denen im ortsständigen Knochen blieb signifikant (augmentiert: 2,96 Prozent, nicht augmentiert: 3,83 Prozent, $p = 0,0313$) (Tab. 3 und 4; vgl. Knöfler 2016).³ Der Log-Rank-Test für den zeitlichen Verlauf bestätigte dies jedoch nicht mehr ($p = 0,0684$; vgl. Knöfler 2016).³

Die geschlechtsspezifische Überlebensrate war für die Frauen signifikant höher. Die Implantatmaße hatten noch immer denselben Einfluss dahingehend, dass dünnere und kürzere

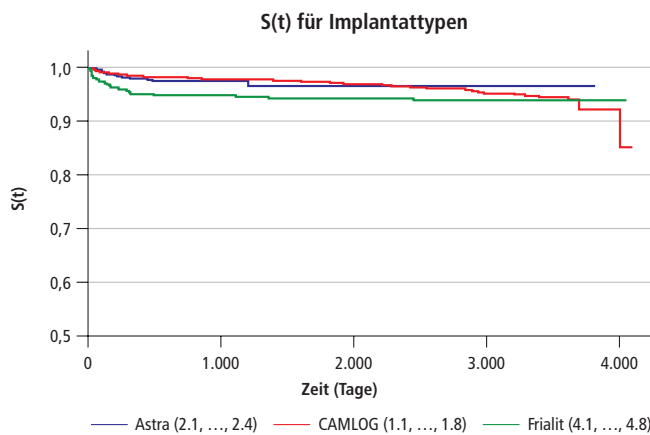


Abb. 11: Überlebenswahrscheinlichkeiten der Astra-, CAMLOG- und Frialident-Implantate 2001 bis 2011.

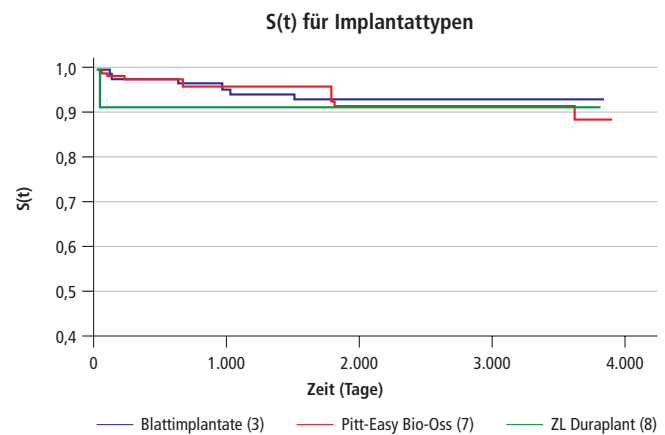


Abb. 12: Überlebenswahrscheinlichkeiten der Blatt-, Pitt-Easy- und ZL-Implantate 2001 bis 2011.

Absolute und relative Explantationshäufigkeit	N (Implantationen)	N (Explantationen)	% (Verluste)
ohne	3.054	117	3,83
mit Augmentation	5.176	153	2,96
Gesamt	8.230	270	6,79

Tab. 3: Explantationshäufigkeiten für Augmentation $p = 0,0313$.

Absolute und relative Explantationshäufigkeit	N (Implantationen)	N (Explantationen)	% (Verluste)
keine Augmentation	3.054	117	3,83
Knochenblocktransplantate intra-/extraoral	212	8	3,77
Sinuslift (Sonstiges)	1.156	41	3,55
vestibulärer Aufbau	2.689	81	3,01
Aufbau mit Titannetz und KEW und/oder Knochen ggf. Membranen	120	3	2,50
Bone Splitting/Spreading	320	7	2,19
Sinuslift intern	286	6	2,10
Bone Condensing	393	7	1,78

Tab. 4: Verlustraten von Implantaten im Zeitraum 2001 bis 2011 in den einzelnen Augmentationsarten.

Implantate nach den Verlustquoten benachteiligt waren (Tab. 5 und 6; Abb. 13; vgl. Knöfler 2016).¹⁹

Zwischen den Indikationstypen waren keine Unterschiede mehr zu beobachten (Abb. 14).

Die Einzelkrone blieb die erfolgreichste Versorgung hinsichtlich der Überlebenskurve ($p = 0,0001$) gegenüber allen anderen Versorgungsarten.

Zusammenfassung

Die implantatbezogene Gesamtüberlebensrate aller Implantate in dieser retrospektiven Studie erreichte nach 16 Jahren einen Wert von circa 86 Prozent, und da kein weiteres Implantat verloren ging, trifft das auch auf den Zeitraum von 20 Jahren zu.

Die Verlustrate der rotationssymmetrischen Implantate betrug nach 20 Jahren 4,20 Prozent, die Endwerte der Kaplan-Meier-Kurve 88 Prozent. Für die Blattimplantate endet die Kurve bei 70 Prozent.

Die patientenbezogene Betrachtung legte nahe, dass nach 20 Jahren bei etwa 30 Prozent der Patienten mit rotationssymmetrischen Implantaten ein Verlustereignis eintritt, meist ohne die Funktionalität des Zahnersatzes zu beeinträchtigen.

Die Hälfte der verloren gegangenen Implantate war in der Frühphase nicht eingehellt, die andere Hälfte ging durch chronische Periimplantitis verloren. Nur acht Implantate zerbrachen.

Die Lernkurve der Operateure und die zur jeweiligen Zeit verwendeten Implantate hatten einen entscheidenden Einfluss auf das Endergebnis. Während in den westlichen Bundesländern die Implantate seit den Sechzigerjahren eine zunehmende Rolle gespielt hatten und die Zahnärzte sozusagen mit der Implantologie mitgewachsen sind, stellte der Start nach der politischen Wende 1989 in den neuen Bundesländern ein synchronisierendes Ereignis dar, weswegen die Lernkurve besonders deutlich zu verfolgen war. In den ersten Jahren der Beobachtung nahm die Verlustquote in den beteiligten Praxen stetig ab und lag nach zehn Jahren bei 5 Prozent und darunter. Tetsch war 1977 noch von Misserfolgen innerhalb von fünf Jahren von bis zu 50 Prozent ausgegangen.¹ Eine Analyse der Resultate aus der Zeit von 2001 bis 2011, 8.230 Implantate umfassend, weist nur noch 3,28 Prozent Verluste aus. Die Kaplan-Meier-Analyse endet bei circa 95 Prozent.

Selbst zwischen den dann immer noch vielen Implantattypen, die eingesetzt wurden, sind keine Unterschiede mehr

festzustellen. Jedoch waren die Unterschiede zwischen Oberkiefer und Unterkiefer und zwischen augmentierten Implantaten und solchen im ortständigen Knochen geblieben.^{2,3} Implantate im Oberkiefer und im augmentierten Lager hatten signifikant höhere Überlebenswerte.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich nach entsprechender Erfahrung der Implantologen die Überlebensrate der Implantate bei etwa 95 Prozent nach zehn Jahren einpegelt, wobei gewisse Abweichungen durch die verwendeten Implantattypen, die Indikation und Augmentation hervorgerufen werden.

Diskussion

In den Untersuchungen wurde die implantatorientierte Überlebenszeit der rotationssymmetrischen Implantate mit 88 Prozent nach 20 Jahren bestimmt, die der früher auch verwendeten Blattimplantate mit 70 Prozent am Ende der Kaplan-Meier-Überlebenskurve (Abb. 2). Untersucht man hingegen, bei wie viel Patienten, die schon 20 Jahre Implantate tragen (und noch unter Kontrolle stehen!), ein Verlustereignis eingetreten ist, so ist dies bei 30 Prozent dieser Patienten der Fall, ob-

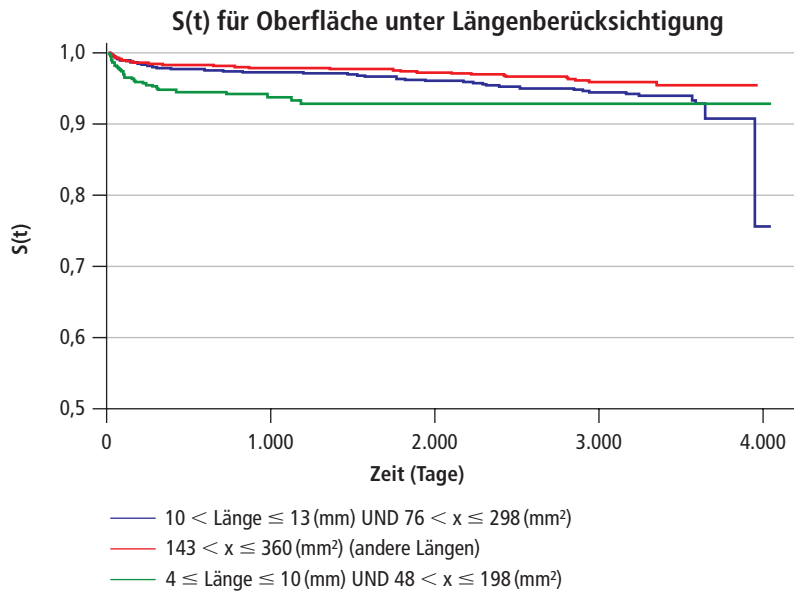


Abb. 13: Darstellung der Überlebenskurven nach Kaplan-Meier unter Berücksichtigung der angenäherten Implantatoberfläche (umschreibender Zylinder), die kurzen und dünnen Implantate (grün) haben anfänglich höhere Verluste.

wohl das nur 12 Prozent der Implantate selbst betrifft, welche da noch unter Beobachtung stehen, und nur 4,2 Prozent nach der Verlustrate. Wären noch alle eigenen Patienten unter Beobachtung, was wegen Todesfall, Umzug etc. nicht erreichbar ist, würde sich die Zahl eher den niedrigeren Werten annähern. Derks et al. 2015 geben an, dass von 2.765 Patienten mit 11.311 Implantaten letztlich 596 zur Nachuntersuchung nach neun Jahren erschienen waren und von denen 4,4 Prozent Frühver-

luste (präprothetisch) waren. Weitere 2 Prozent der Implantate gingen später verloren. Derks et al. geben weiter an, dass nur 7,6 Prozent der Patienten mindestens ein Verlustereignis erlitten hatten, konnten aber auch für die nicht erschienenen circa 9.500 Implantate keine Aussage treffen.²⁰ Stellt man der Zahl der prothetisch versorgten Implantate die Zahl der Explantate gegenüber (Verlustrate), so ergibt sich ein Wert von 2,56 Prozent Verlust nach 20 Jahren. Untersuchungen mit

nur jeweils einem Implantattyp geben für ITI-Implantate 96,7 Prozent, für 1.554 Frialit-2-Implantate eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 94,8 Prozent nach sieben Jahren und für 12.736 Ankylos-Implantate 93,3 Prozent nach 17 Jahren an.^{5,6,8}

Für alle Implantate gilt eine relativ hohe Verlustrate in der Einheitszeit bis zu sechs Monaten. Die postprothetische Verlustrate hingegen ist sehr niedrig. Lediglich acht Brüche wurden beobachtet. Diese Implantate standen an belastungsintensiven Positionen und dienten darüber hinaus teilweise als Brückenpfeiler, was die Belastung noch erhöht. Die Dimensionierung der Implantate an diesen Positionen darf mit $\leq 3,5$ mm durchaus als unzureichend bezeichnet werden. Hingegen berichten Krebs et al. 2013, dass 3,5 mm Ankylos-Implantate an allen Positionen erfolgreich sein können – es kommt wohl am Ende auf die Konstruktion der Implantate an.⁸ Sicher kann auch angenommen werden, dass die Verlustraten bei eingeschränkter Indikation besser ausfallen als bei Implantation in der ganzen Breite der Möglichkeiten. So scheint es auch gerechtfertigt zu sein, mitzuteilen, dass Unerfahrene gute Resultate erreichen können.^{13,14} Die Autoren hingegen mussten feststellen, dass die Fehlerraten zum Beginn der implanto-

Absolute und relative Explantationshäufigkeit	N (Implantationen)	N (Explantationen)	% (Verluste)
$x \leq 9$ mm	564	28	4,96
$9 \text{ mm} < x \leq 11$ mm	1.251	43	3,44
$11 \text{ mm} < x \leq 14$ mm	3.213	113	3,52
$14 \text{ mm} < x$	3.024	73	2,41
Gesamt	8.052	257	14,33

Tab. 5: Anteile explantierter Implantate für Implantatlängen (mm).

Absolute und relative Explantationshäufigkeit	N (Implantationen)	N (Explantationen)	% (Verluste)
$x \leq 3,5$ mm	636	30	4,72
$3,5 \text{ mm} < x \leq 4,1$ mm	2.677	71	2,65
$4,1 \text{ mm} < x \leq 5,0$ mm	4.180	127	3,04
$5,0 \text{ mm} < x$	559	29	5,19
Gesamt	8.052	257	15,6

Tab. 6: Anteile explantierter Implantate für Implantatdurchmesser (mm).

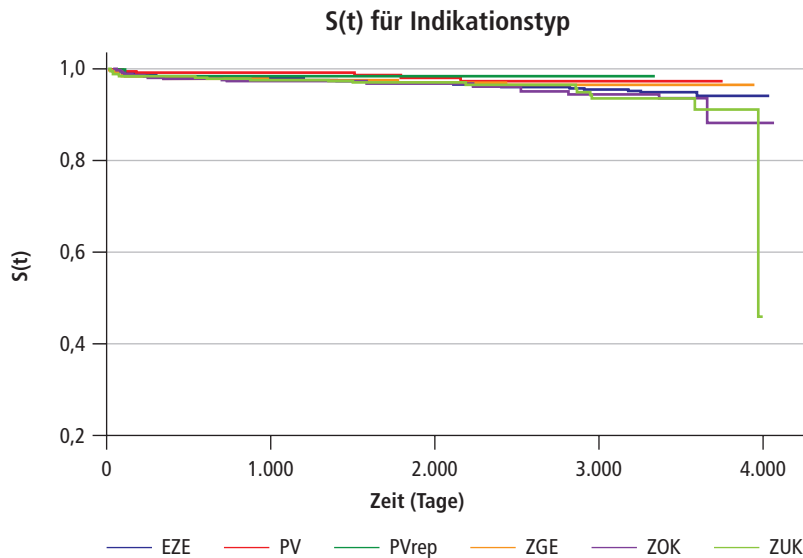


Abb. 14: Überlebenskurven nach der Indikationsklasse 2001 bis 2011.

logischen Tätigkeit durchaus deutlich höher ausfielen. Ist die erste Phase der Einarbeitung in das Gebiet der Implantologie überwunden, wird die Verlustquote deutlich geringer. Einen deutlichen Einfluss hatten die verwendeten Implantattypen. Blattimplantate, die von den Autoren deshalb noch verwendet wurden, weil es vor der Wende in der DDR schlicht keine Chirurgieeinheiten gab, die in der Lage gewesen wären, z. B. einen 3,5-mm-Spiralbohrer im Knochen zu verwenden, aber sehr wohl eine Lindemannfräse, hatten hohe Verlustraten ebenso wie die für atrophierte, schmale Knochenareale konstruierten ZL-Duraplant-Implantate (2,9–3,5 mm Durchmesser). Die Bewertung des Zeitraums seit 2001 führt zu deutlich anderen Ergebnissen gegenüber der Zeit 1991 bis 2001. Jetzt lag die Verlustquote etwa bei 4 Prozent nach zehn Jahren und die Kaplan-Meier-Überlebensrate stellte sich bei etwa 95 Prozent ein. Zwischen den Indikationsklassen ist kein Unterschied mehr feststellbar ($p=0,329$). Zwischen augmentierten und nicht augmentierten Implantaten verschwindet der Unterschied ebenfalls ($p=0,0684$), obwohl noch immer ein gewisser Trend zugunsten der augmentierten Implantate festzustellen war. Der Oberkiefer hingegen blieb bevorteilt ($p=0,0001$). Bei den Implantattypen lautet die Reihenfolge Astra (0 Pro-

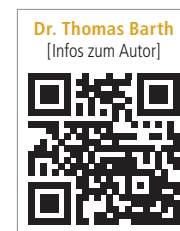
zent Verlust), CAMLOG (1,56 Prozent Verlust), Friadent-Produkte (1,86 Prozent Verlust) und andere (4,26 Prozent Verlust) ohne signifikante Unterschiede.

Die patientenbezogene Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate liegt nach zehn Jahren bei etwa 80 Prozent, d. h. bei jedem fünften Implantat ist mit einem Verlustereignis zu rechnen. Insgesamt gesehen darf vermutet werden, dass die Lernkurve einen Einfluss auf die Erfolgswahrscheinlichkeit der Implantate hat. In Anbetracht der langen Beobachtungszeit muss aber auch bedacht werden, dass zu Beginn der Tätigkeit Implantate verwendet wurden, die heute gar nicht mehr am Markt erhältlich sind. So dürften neben der Erfahrung der Behandler die entsprechenden Weiterentwicklungen bei Implantatdesign und Oberflächenveredelung ebenfalls zur Verbesserung der Überlebensraten beitragen.

Resümee

Die eigenen Resultate haben gezeigt, dass Learning by Doing zwar eine Zunahme der Erfahrung mit sich bringt, die aber zu besserer Kumulation führt, wenn strukturierte Fortbildung und praktische Kurse dies begleiten. Folgerichtig wurde daher 1994 die erste strukturierte Fortbildung Implantologie an der LZÄK Sachsen in Zusammen-

arbeit mit der Mitteldeutschen Vereinigung für Zahnärztliche Implantologie e.V. (MVZI) installiert. Dieser Weg wurde erfolgreich durch die Deutsche Gesellschaft für Zahnärztliche Implantologie e.V. (DGZI), die Deutsche Gesellschaft für Implantologie (DGI), das Deutsche Zentrum für orale Implantologie e.V. (DZOI), den Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa (BDZI EDI) u. a. weiter beschritten und hat zweifelsohne zu den beträchtlichen Fortschritten in der Implantologie geführt. Aufgrund der eigenen Erfahrungen empfehlen wir, einen solchen Fortbildungsweg zu beschreiben, und favorisieren darüber hinausgehend, die Assistenzzeit dazu in einer implantologisch orientierten Praxis zu verbringen, wodurch die tägliche Übung und Korrektur ermöglicht werden.



Kontakt

Dr. med. habil. Wolfram Knöfler

Praxis für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie und Implantologie
Rietschelstraße 27, 04177 Leipzig
w.knoefler@implantis.de

Dr. med. Thomas Barth

DENTALE – Zahnärztliches Kompetenzzentrum GmbH
Prager Straße 4, 04103 Leipzig
thomas.barth@dentale.de

Dr. med. Reinhard Graul

Gemeinschaftspraxis für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Biedermannstraße 9–13, 04277 Leipzig

Dr. Dietmar Krampe

Dentsply Sirona Prosthetics
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau-Wolfgang

Dipl.-Biol. Kai Schmenger

ViSUAL-BiOLOGY
Hambacher Tal 7, 64646 Heppenheim