

# Einfluß des Rauchens auf die Verweildauerwahrscheinlichkeit dentaler Implantate unterschiedlicher Systeme unter Berücksichtigung der Dosisabhängigkeit

[[English Version](#): Influence of smoking on the survival rate of various dental implant systems - an 18-year report]

G. Gomez-Roman<sup>1</sup>, E.L. Maier<sup>2</sup>, D. Lukas<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Priv.-Doz. Dr. med. dent, Oralchirurg, Oberarzt in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Propädeutik (Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med.-dent. H. Weber), Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Klinikum der Eberhard Karls Universität Tübingen

<sup>2</sup> Dr. med. dent, niedergelassen in eigener Praxis in Leinfelden-Echterdingen

<sup>3</sup> Dipl.-Phys., früher Wissenschaftlicher Angestellter in der Klinik u. Poliklinik für Mund-, Kiefer- u. Gesichtschirurgie, (Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof., Dr. med., Dr. med. dent. S. Reinert), Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Klinikum der Eberhard Karls Universität Tübingen

Diese Arbeit ist unserem Lehrer Prof. Willi Schulte zu seinem 75. Geburtstag gewidmet

## **Korrespondenzanschrift:**

Priv.-Doz. Dr. G. Gomez-Roman, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Propädeutik, Universitätsklinikum Tübingen, Osianderstrasse 2-8, D-72076 Tübingen, Germany, Fax: +49-7071-293 982, e-mail: [german.gomez-roman@med.uni-tuebingen.de](mailto:german.gomez-roman@med.uni-tuebingen.de)

## **Zusammenfassung**

Der Einfluß des Rauchens auf den Erfolg von dentalen Implantationen wurde bei 935 Implantatpatienten, die mit verschiedenen Implantatsystemen behandelt wurden, untersucht. 712 Patienten (76,1%) waren nach ihren Angaben Nichtraucher, 223 (23,9%) Raucher. Bei diesen 934 Patienten waren insgesamt 1776 Implantate der Typen Bonedit (212), Brånemark (42), Frialit 2 (555), IMZ (179), TPS (21), ITI (1) und Tübinger (761) inseriert worden. 1379 Implantate (77,7%) wurden bei Nichtrauchern gesetzt, 379 (22,3%) bei Rauchern. Bei Rauchern zeigten sich höhere Verluste und signifikant reduzierte Verweildauerwahrscheinlichkeiten der Implantate (Kaplan-

Meier). Die negativen Folgen des Rauchens kamen bereits bei geringem täglichem Tabakkonsum zum Tragen. Der Grad der Beeinflussung durch das Rauchen war abhängig von Implantatlokalisierung und Alter des Patienten bei der Implantation, wobei sich die Einschränkung der Implantatprognose im Oberkiefer und bei über 30-jährigen Patienten besonders deutlich zeigte. Die bei Rauchern im Oberkiefer besonders stark reduzierten Erfolgswahrscheinlichkeit über die gesamte Implantatliegedauer lassen vermuten, daß vor allem lokale Langzeitwirkungen des Rauchens die Ursachen für die eingeschränkte Implantatprognose sind. Diese Ursachen sind vermutlich zum Einen die chemisch-toxische Wirkung von Bestandteilen des Tabakrauchs auf die periimplantären Gewebe und zum Anderen die schädliche Krafteinwirkung auf Implantate unterhalb der Wahrnehmungsschwelle, ausgelöst durch eine beim Rauchen verstärkte Weichteilmotorik im Mundbereich.

## Einleitung

Die Gebißversorgung mit implantatgetragenen Zahnersatz entspricht dem Wunsch der Patienten nach einem dem eigenen Kauorgan möglichst ähnlichen Ersatz<sup>1-5</sup>.

Um Komplikationsrisiken weitgehend auszuschließen, müssen für eine geplante implantologische Behandlung eine Reihe von Voraussetzungen erfüllt sein. Diese wurden im Rahmen von Konsensus-Konferenzen zur Implantologie formuliert<sup>6</sup>, wobei in Deutschland häufig auf die Mainzer Konsensus-Konferenz von 1989 Bezug genommen wird.

Bei der Suche nach den Ursachen für Implantatverluste, die nicht durch allgemein anerkannte Zusammenhänge erklärbar sind, wird in der Literatur als ein möglicher Risikofaktor das Rauchen diskutiert<sup>7-13</sup>. Viele Auswirkungen des Rauchens sind schon lange bekannt und sehr gut erforscht<sup>14-21</sup>. Weiterhin sind Auswirkungen des Rauchens auf die Gewebe des Zahnhalteapparates durch zahlreiche Studien belegt<sup>22-27</sup>. Bei Rauchern zeigen im Vergleich zu Nichtrauchern mit gleichem Mundhygienestandard die parodontologischen Parameter Sondierungstiefe, Furkationsbeteiligung und Zahnlockerung meist deutlich schlechtere Werte<sup>22</sup>, und oftmals ist der Alveolarknochen verstärkt abgebaut<sup>26,31-33</sup>. Die Blutungsneigung der Gingiva scheint dagegen verringert zu sein, trotz nachweislich verstärkter Plaqueablagerung bei Rauchern<sup>27,31-33</sup>. Als Ursache für die verminderte Blutungsneigung nennen Clarke, Shepard und Hirsch eine durch Nikotin ausgelöste Ischämie der Gingiva. Kraal und Chancellor, wie auch Mac Farlane und Herzberg sehen eine Migrationshemmung beziehungsweise einen nikotininduzierten Funktionsdefekt der polymorphzellkernigen Leukozyten im Bereich der marginalen Gingiva und damit eine Inhibition der klinischen Entzündungssymptomatik<sup>27,31-35</sup>.

Neben der nachgewiesenen Beeinflussung gesunder Gewebe ist auch die Beeinträchtigung der Wundheilung durch das Rauchen für ganz unterschiedliche Wundarten belegt<sup>36-39</sup>. Nach oralchirurgischen Eingriffen kommt es bei Rauchern wesentlich häufiger zu Wundheilungsstörungen als bei Nichtrauchern<sup>40</sup>. Sowohl Sweet und Butler<sup>41</sup> als auch Siebert, Sonner und Reichart<sup>42</sup> beobachteten bei Rauchern ein verstärktes Auftreten von Wundheilungsstörungen nach Entfernung der dritter Molaren des Unterkiefers durch Osteotomie.

Darüber hinaus ist der Erfolg von Parodontaltherapien bei Nichtrauchern oftmals besser als bei Rauchern, gemessen an der Reduktion der Sondierungstiefe, sowohl bei konservativer, wie auch bei chirurgischer Vorgehensweise<sup>32,43-48</sup>.

Auch im Zusammenhang mit der zahnärztlichen Implantologie sind bei Rauchern Beeinträchtigungen der postoperativen Wundheilung beobachtet worden. Jones und Triplett<sup>40</sup> finden verlängerte Heilungsverläufe und ein verstärktes Auftreten von Wundheilungsstörungen nach intraoraler Knochentransplantation mit gleichzeitiger Implantation bei Rauchern. Small et al.<sup>49</sup> berichten von Komplikationen bei präimplantologisch-chirurgischen Eingriffen.

Arbeiten zu möglichen Auswirkungen des Rauchens auf die Erfolgsprognose zahnärztlicher Implantate liegen ausschließlich für Bränemark-Implantate vor. Bain und Moy haben 2194 Bränemark Implantate bei 545 Patienten untersucht und kommen auf eine Gesamtverlustrate von 5,92%<sup>7</sup>. Dabei lag zum Untersuchungszeitpunkt die Implantatinsertion zwischen einen und 81 Monate zurück. Aufgeschlüsselt nach Rauchern und Nichtrauchern ist die Verlustrate bei Rauchern mit 11,28% signifikant höher gegenüber 4,76% bei Nichtrauchern. Die Liegedauer der Implantate bis zum Verlust wurde in dieser Studie allerdings nicht berücksichtigt, so daß eine Unterscheidung zwischen Frühverlusten in der Einheilphase und Spätverlusten in der Funktionsphase nicht möglich ist.

Auch de Bruyn und Collaert behandeln in ihrer retrospektiven Studie<sup>10</sup> Frühverluste von Bränemark-Implantaten, d.h. Verluste vor der Versorgung mit der prothetischen Suprakonstruktion, und kommen auf signifikant höhere Verlustzahlen bei Rauchern (9%) gegenüber Nichtrauchern (1%). Gorman et al.<sup>50</sup> legen eine Zwischenauswertung einer umfassenderen implantologischen Studie vor, die ebenfalls eine bei Rauchern erhöhte Implantatverlustquote nachweist. Dem Rauchen wird im Zusammenhang mit dem Entstehen periimplantärer Veränderungen, die als mögliche Vorstufen des Implantatverlustes angesehen werden, eine ursächliche Mitwirkung zugeschrieben<sup>51,52</sup>. Darüber hinaus hat Bain festgestellt, daß sich die Implantatprognose verbessert, wenn das Rauchen eingestellt wird<sup>9</sup>.

Das Ziel der hier vorgelegten Arbeit ist, eine mögliche Beeinträchtigung der Verweildauerwahrscheinlichkeit von Implantaten durch das Rauchen bei Patienten des Tübinger Implantat-Forschungsregisters zu untersuchen<sup>53,54</sup>. Die Ergebnisse könnten die Beratung von Implantatpatienten über der Gefahren des Rauchens im Zusammenhang mit implantologischen Behandlungen und auch die Planung implantologischer Behandlungen insgesamt unmittelbar beeinflussen.

## Material und Methoden

Die durch eine Patientenbefragung gewonnenen Daten wurden mit Daten des Tübinger Implantatregisters verknüpft und anonymisiert. Im Rahmen der Patientenbefragung wurden die Rauchgewohnheiten der Patienten nacherhoben und deren mögliche Auswirkungen auf die Verweildauerwahrscheinlichkeit der bei ihnen durchgeführten Implantationen ermittelt.

Es wurden 1352 Patienten angeschrieben, die regelmäßig an der aktiven implantologischen Nachsorge teilnahmen und zu den Nachkontrollen erschienen waren. Bei ihnen waren insgesamt 2542 Implantate verschiedener Systeme gesetzt worden.

Diesen Patienten wurde ein Fragebogen und ein Anschreiben zugeschickt<sup>55</sup>, die in Zusammenarbeit mit dem Psychologischen Institut der Universität Tübingen in Anlehnung an vergleichbare Untersuchungen erstellt worden waren<sup>56-58</sup>. Um manipulierte Antworten im Zusammenhang mit dem Rauchen zu vermeiden, wurden die Fragen nach den Rauchgewohnheiten in einen Fragenkomplex integriert. Die entscheidenden Fragen wurde möglichst beiläufig gestellt, um eine spontane, von taktischen Überlegungen der Patienten freie Antwort zu erhalten.

Da Rauchgewohnheiten im Laufe der Zeit variieren können und bei einigen Patienten Implantate zu verschiedenen Zeiten gesetzt wurden, muß für jedes Implantat einzeln bewertet werden, ob der Patient für dieses Implantat bei der Insertion als Raucher oder als Nichtraucher zu sehen ist. Ein Proband wird für ein Implantat *als Raucher* gewertet: 1. falls er die Frage "Rauchen Sie?" mit "Ja" beantwortet und keine Zeitangaben macht, 2. falls er erst nach Implantation mit dem Rauchen aufgehört hat. *Als Nichtraucher* gilt: 1. wer die Frage "Rauchen Sie?" mit "Nein" beantwortet und keine Zeitangaben macht, 2. wer spätestens drei Jahre vor Implantation das Rauchen eingestellt hat.

*Nicht* in die Auswertung gehen folgende Patienten ein: 1. der Patient gibt an, erst nach Implantatverlust mit dem Rauchen begonnen zu haben, 2. der Patient hat erst kurz vor Implantation (weniger als drei Jahre vorher) mit dem Rauchen aufgehört.

Das über die Rauchgewohnheiten der Patienten hinausgehende notwendige Datenmaterial wurde ausschließlich dem Tübinger Implantatregister entnommen, da die Registerdaten über Implantatzahl, Zeitpunkt der Operation und Implantatdaten verlässlicher sind, als die Patientenangaben auf den Erhebungsbögen. Für diese Arbeit wurden die Daten anonymisiert

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem kommerziellen Statistikpaket SAS<sup>59</sup>. Dabei wurde zwischen Verlusten in der Einheilphase vor der prothetischer Versorgung und Verlusten während der funktionellen Belastung unterschieden.

Mit der Kaplan-Meier-Methode<sup>60-63</sup> werden für alle beobachteten Zeitpunkte während des gesamten Beobachtungszeitraums der Implantate ein Schätzwert errechnet. Er gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der ein durch die Stichprobe repräsentiertes Implantat zum betreffenden Zeitpunkt noch in situ ist. Die graphische Darstellung des Schätzwertverlaufs ergibt die Kaplan-Meier-Kurve (s. [Abb. 1](#)). Bei jeder Schätzung wird ein 95%-Konfidenzintervall (Vertrauensbereich) dargestellt.

Zum Vergleich der Verweildauerwahrscheinlichkeitsschätzungen zwischen verschiedenen Implantatgruppen (z. B. Implantate bei Rauchern / Nichtrauchern, Implantate im Oberkiefer / Unterkiefer) wurde der Log-Rank-Test auf Gleichheit der beiden Gruppen durchgeführt<sup>64</sup>, d.h. es wird die Nullhypothese geprüft, daß die Verweildauerwahrscheinlichkeiten für jeweils beide Implantatgruppen gleich sind.

Es wurde unterschieden zwischen Patienten mit einem Konsum von durchschnittlich bis zu 10 Zigaretten, die als „Wenigraucher“ und solchen mit einem Konsum von durchschnittlich über 10 Zigaretten pro Tag, die als „Vielraucher“ definiert wurden.

Die Altersgruppen wurden eingeteilt in eine Gruppe der bei Implantation bis zu 30-jährigen und eine Gruppe der über 30-jährigen.

Mit Hilfe getrennter Untersuchungen für Ober- und Unterkiefer wurde der Zusammenhang zwischen Implantatlokalisierung und Auswirkung des Rauchens untersucht.

## **Ergebnisse**

Von den 1352 verschickten Fragebogen kamen innerhalb einer Zweimonatsfrist 1000 zurück. Das entspricht einer Rücklaufquote von 74 %. Von den zurückerhaltenen Bogen wiederum waren 934 (93 %) auswertbar (s. [Abb. 2](#)). Von den 66 nicht auswertbar zurückgekommenen Bogen waren 19 unbearbeitet, 16 unvollständig bearbeitet und 31 mit offensichtlich unplausiblen Angaben versehen.

### ***Beschreibung der Patienten und inserierten Implantate***

Unter den 935 Patienten, deren Angaben ausgewertet werden konnten, waren 473 Frauen und 462 Männer, das entspricht Anteilen von 51% bzw. 49%. [Abbildung 3](#) gibt die Anzahl der an der Untersuchung beteiligten Patienten pro *Geschlecht* wieder und zeigt die Untergliederung in Raucher und Nichtraucher. Unter den männlichen Probanden befanden sich 346 Nichtraucher und 116 Raucher. Die weiblichen Patienten waren mit 365 Nichtraucherinnen und 108 Raucherinnen beteiligt.

In [Abbildung 4](#) sind nur diejenigen 180 Patienten enthalten, die Angaben über Art und Menge ihres Tabakkonsums gemacht haben. Die Angaben der Raucher zur Menge ihres Tabakkonsums schwankten von einer bis 40 Zigaretten, Pfeifen oder Zigarren pro Tag. Unter den Rauchern befanden sich sechs Pfeifenraucher und vier Zigarrenraucher. Wegen deren geringer Anzahl im Verhältnis zu den Zigarettenrauchern wurde auf eine getrennte Auswertung dieser drei Gruppen verzichtet.

*Implantate:* Bei den 935 Patienten, die auswertbare Bogen zurück geschickt hatten, konnten insgesamt 1776 Implantate ausgewertet werden. [Abbildung 5](#) zeigt, daß 1379 Implantate (77,7%) bei Nichtrauchern und 397 Implantate (22,3%) bei Rauchern gesetzt wurden.

Von den insgesamt 1776 inserierten Implantaten wurden 916 bei Frauen (52%) und 860 bei Männern (48%) gesetzt. [Abbildung 6](#) zeigt die Anzahl der Implantate, die pro Geschlecht gesetzt wurden und deren Verteilung auf Raucher und Nichtraucher.

Für die Untersuchung der *Altersverteilung* der Patienten bei der Operation wurden alle Implantate der beteiligten Patienten berücksichtigt. Das hat zur Folge, daß Patienten, die mehrere Implantate erhalten haben, mehrfach in die Untersuchung eingehen und zwar jeweils mit ihrem Alter zum Zeitpunkt der entsprechenden Implantation.

Das durchschnittliche Alter bei der Implantation bezogen auf alle Implantate betrug 34,8 Jahre. Der jüngste Patient war zum Zeitpunkt der Implantation 9 Jahre alt, der älteste 81 Jahre. In [Abbildung 7](#) wurden die Patienten in fünf Altersgruppen eingeteilt, getrennt nach Rauchern und Nichtrauchern. Mit zunehmendem Alter sinkt der Anteil der Raucher unter den Implantatpatienten.

Die an der Untersuchung beteiligten Patienten waren mit den *Implantattypen* Bonefit, Brånemark, Frialit2, IMZ, ITI-Extensions-, TPS und Tübinger Implantat versorgt worden. ([Abb. 8](#))

Die *prothetische Indikation*, die zur Insertion eines Implantats führt, wird präoperativ im Implantatregister dokumentiert. Es werden fünf durch die klinische Situation definierte Indikationen unterschieden: Einzelzahnersatz, Freundsituation, größere zahnbegrenzte Schatlücke ( $n > 1$ ) und zahnloser Ober- und Unterkiefer.

Die meisten auswertbaren Implantate wurden zur Anfertigung eines Einzelzahnersatzes inseriert (862), wie [Abbildung 9](#) zeigt. Danach folgten Freundversorgung mit 295 Implantaten und die Versorgung des zahnlosen Unterkiefers mit 291 Implantaten. 210 Implantationen dienten der Versorgung von Schatlücken und 118 Implantate wurden zur Versorgung des zahnlosen Oberkiefers gesetzt.

Die einzelnen Implantat*lokalisationen* sind nach FDI-Norm erfaßt. Sie werden in vier Kieferabschnitte zusammengefaßt ([Abbildung 10](#)): Front- und Seitenzähne jeweils in Ober- und Unterkiefer, wobei zwischen den rechten und den linken Seiten nicht unterschieden wird. Die Frontzähne umfassen die Schneide- und Eckzähne. Die meisten Implantate (821) sind im Oberkieferfrontzahnbereich gesetzt, sowohl bei Rauchern als auch bei Nichtrauchern. Danach folgen der Unterkieferseitenzahnbereich (434 Implantate) und der Unterkieferfrontzahnbereich (286 Implantate). Im Oberkieferseitenzahnbereich sind 235 Implantate inseriert.

### ***Erfolgswahrscheinlichkeit und Implantatverlust***

*Frühverluste:* Vor prothetischer Versorgung sind 60 Implantate verloren gegangen. In [Abbildung 11](#) sind die prozentualen Anteile vorprothetisch verlorengegangener Implantate wiedergegeben, 4,3% für Raucher<sup>66</sup> und 3,1% für Nichtraucher<sup>67</sup>. Der um den Faktor 1:1,4 tendenziell höhere Anteil der vor prothetischer Versorgung zu Verlust gegangener Implantate bei Rauchern ist nicht signifikant, wie ein  $\chi^2$ -Test zeigte.

*Gesamte Beobachtungszeit:* Die Verlustquote über den gesamten Beobachtungszeitraum bei den Rauchern beträgt 17% gegenüber 10% bei den Nichtrauchern. Das entspricht einer bei Rauchern gegenüber Nichtrauchern auf dem Niveau  $p=0,05$  signifikant um den Faktor 1,7:1 erhöhten Implantatverlustquote.

In [Tabelle 1](#) werden Erfolgs-, Implantat-, Patienten- und Verlustzahlen für Nichtraucher und Raucher verglichen. Dabei werden einmal mit ein oder mehreren Implantaten versorgte Patienten zum anderen alle Implantate einzeln betrachtet.

Die nach der Methode von Kaplan und Meier bestimmten *Verweildauer-wahrscheinlichkeitsschätzwerte* für die untersuchten Implantate sind in [Abbildung 12](#) für Raucher- und Nichtraucherimplantate einander gegenübergestellt. Auch die Frühverluste sind in dieser Darstellung enthalten. Die Linien geben die Schätzwerte wieder, während die Kreisserien die Grenzen der 95%-Konfidenzintervalle markieren. Helle Kreise markieren die Konfidenzgrenzen für die Werte der Raucherimplantate, während dunkle Kreise die Konfidenzgrenzen der Werte für Nichtraucher-Implantate darstellen. [Tabelle 2](#) gibt die Verweildauerwahrscheinlichkeit nach fünf, zehn und 15 Jahren Beobachtungszeit für Nichtraucher und Raucher wieder.

[Tabelle 3](#) zeigt die Ergebnisse des Log-Rank-Tests für Raucher im Vergleich zu Nichtrauchern. Der p-Wert von 0,001 charakterisiert die beiden Schätzwertkurven in [Abbildung 12](#) als signifikant unterschiedlich. Das ist ein Nachweis für eine bei Rauchern signifikant schlechtere Verweildauerwahrscheinlichkeit von Implantationen gegenüber Nichtrauchern über den beobachteten Zeitraum. Das zeigen auch die Konfidenzintervalle, die sich in den ersten Jahren mit ausreichenden Fallzahlen nicht überlappen.

*Tabakmenge:* Die Verlustquote bei den starken Rauchern (über zehn Zigaretten täglich) beträgt 20% gegenüber 16% bei den weniger rauchenden Patienten. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant (Chi-Quadrat-Test auf 5%-Niveau). [Tabelle 4](#) vergleicht die Implantat-, Patienten- und Verlustzahlen für Vielraucher und Wenigraucher.

[Abbildung 13](#) gibt die Schätzwertkurven für den Implantaterfolg im Zusammenhang mit der gerauchten Tabakmenge für die rauchenden Patienten wieder, die Angaben über die Menge ihres Tabakkonsums gemacht haben. Sie wurden unterteilt in Vielraucher (über 10 Zigaretten pro Tag) und Wenigraucher (bis 10 Zigaretten pro Tag). [Tabelle 5](#) gibt die Verweildauerwahrscheinlichkeit nach fünf, zehn und 15 Jahren Beobachtungszeit für Vielraucher und Wenigraucher wieder.

[Tabelle 6](#) zeigt die Ergebnisse des Log-Rank-Tests für Vielraucher und Wenigraucher. Der p-Wert von 0,94 charakterisiert die beiden Schätzwertkurven für Vielraucher und für Wenigraucher als nicht signifikant unterschiedlich. Das wird auch bestätigt durch das starke Überlappen beider Kurven in [Abbildung 13](#).

*Patientenalter:* Die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Patientenalter, Rauchen und Implantatverlusten ergibt eine Verlustquote von 17,3 % bei den *jüngeren* Rauchern bis 30 Jahren gegenüber 14,0% bei den Nichtrauchern bis 30 Jahren. Der Unterschied ist nur zufällig. [Tabelle 7](#) gibt Implantat-, Patienten- und Verlustzahlen für Patienten bis 30 Jahre wieder.

[Abbildung 14](#) zeigt den Vergleich der Verweildauerwahrscheinlichkeitsschätzungen zwischen jüngeren Nichtrauchern und Rauchern für Implantate, bei deren Insertion der Patient bis 30 Jahre alt war und [Tabelle 8](#) die entsprechenden Verweildauerwahrscheinlichkeiten nach fünf, zehn und 15 Jahren Beobachtungszeit.

[Tabelle 9](#) zeigt die Ergebnisse des Log-Rank-Tests für Patienten bis 30 Jahre. Der p-Wert von 0,37 charakterisiert die beiden Kurven als nicht signifikant verschieden.

Die Verlustquote bei den *älteren* Rauchern über 30 Jahre beträgt 16,9% gegenüber 7,9% bei den Nichtrauchern über 30 Jahre und ist signifikant größer, wie ein Chi<sup>2</sup>-Test auf dem 5%-Niveau zeigt. [Tabelle 10](#) gibt Implantat-, Patienten- und Verlustzahlen für Patienten über 30 Jahre wieder.

[Abbildung 15](#) gibt den Vergleich der Verweildauerwahrscheinlichkeits-schätzungen zwischen Nichtrauchern und Rauchern für diejenigen Implantate wieder, bei deren Insertion der Patient über 30 Jahre alt war. [Tabelle 11](#) die entsprechenden Verweildauerwahrscheinlichkeiten nach fünf, zehn und 15 Jahren Beobachtungszeit.

[Tabelle 12](#) zeigt die Ergebnisse des Log-Rank-Tests für Patienten über 30 Jahre. Der p-Wert von 0,0001 charakterisiert die beiden Kurven als signifikant unterschiedlich, das heißt, daß bei älteren Implantatpatienten für Raucher die Verweildauerwahrscheinlichkeit von Implantationen gegenüber Nichtrauchern signifikant reduziert ist.

*Implantatort:* Der Zusammenhang zwischen Implantatlokalisierung und Implantaterfolg wurde mit einem Vergleich zwischen Oberkiefer und Unterkiefer untersucht. Für *Oberkieferimplantaten* bei den Rauchern beträgt die Verlustquote 21,3 % gegenüber 11,6 % bei den Nichtrauchern. Dieser Unterschied ist signifikant auf dem 5%-Niveau. [Tabelle 13](#) gibt Implantat-, Patienten- und Verlustzahlen für Oberkieferimplantate wieder.

[Abbildung 16](#) zeigt die Verweildauerwahrscheinlichkeiten und Konfidenzintervalle für Oberkieferimplantate im Vergleich zwischen Rauchern und Nichtrauchern an, [Tabelle 14](#) die entsprechenden Verweildauerwahrscheinlichkeiten nach fünf, zehn und 15 Jahren Beobachtungszeit.

[Tabelle 15](#) zeigt die Ergebnisse des Log-Rank-Tests für Oberkieferimplantate. Der p-Wert von 0,0002 charakterisiert die beiden Kurven als signifikant unterschiedlich, d.h. bei Rauchern liegen im Oberkiefer signifikant verringerte Verweildauerwahrscheinlichkeiten für Implantate vor.

Die Verlustquote für *Unterkieferimplantate* beträgt bei Rauchern 8,1 % und bei Nichtrauchern 7,0 %, und ist nur zufällig verschieden. [Tabelle 16](#) gibt Implantat-, Patienten- und Verlustzahlen für Unterkieferimplantate wieder.

[Abbildung 17](#) zeigt Verweildauerwahrscheinlichkeiten und zugehörige Konfidenzintervalle für Nichtraucher und Raucher bei Unterkieferimplantaten und [Tabelle 17](#) die entsprechenden Verweildauerwahrscheinlichkeiten nach fünf und zehn Jahren Beobachtungszeit. Für 15 Jahre liegen keine Beobachtungen vor.

[Tabelle 18](#) zeigt die Ergebnisse des Log-Rank-Tests für Unterkieferimplantate. Der p-Wert von 0,66 charakterisiert die beiden Kurven als nicht signifikant verschieden.

## Diskussion

Aus der hohen Rücksendequote von 69%, kann abgeleitet werden, daß die untersuchte Stichprobe einen repräsentativen Querschnitt der Tübinger Implantatpatienten darstellt und läßt auf eine sehr gute Bindung der Patienten an die Tübinger Implantologie schließen. Diese Annahme wird gestützt durch die ausgeglichene Alters- und Geschlechtsverteilung der untersuchten Patientengruppe und durch die Häufigkeiten des Auftretens der verschiedenen verwendeten Implantattypen, die in ihren jeweiligen Anteilen den Gesamtanteilen der in Tübingen verwendeten Implantattypen entspricht<sup>68</sup>. Auch der Zusammenhang zwischen Altersverteilung der Patienten und Implantationsindikation läßt auf die Repräsentativität des Datenmaterials schließen: ein hoher Anteil von Patienten in den Altersgruppen unter 40 korreliert mit einem ebenfalls hohen Anteil von Implantationen, die zur Versorgung zahnbegrenzter Lücken mit Schwerpunkt im Oberkieferfrontzahnggebiet durchgeführt wurden. Erfahrungsgemäß ist die Versorgung von Patienten mit Einzelzahnimplantaten im Frontzahnbereich eine besonders häufige Implantationsindikation in Tübingen<sup>60,63</sup>.

Durch die hohe Zahl der insgesamt ausgewerteten Implantate (N = 1776) ist die absolute Anzahl der bei Rauchern inserierten Implantate (N = 379) trotz ihres relativ geringen prozentualen Anteils ausreichend hoch, um mögliche Auswirkungen des Rauchens verlässlich bewerten zu können. In der Studie von Bain und Moy<sup>7</sup> werden 390 Raucherimplantate untersucht, De Bruyn und Collaert<sup>10</sup> kommen auf 114.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß der Anteil der bei Rauchern gesetzten Implantate in dieser Untersuchung nur etwa ein Fünftel aller Implantate beträgt. Der Raucheranteil der Bevölkerung über 16 Jahre wurde 1992 mit 34,6% ermittelt<sup>69</sup>. Der geringere Raucheranteil unter den Implantatpatienten geht möglicherweise auf ein ausgeprägteres Gesundheitsbewußtsein dieser Patientengruppe.

Schon in der Einheilphase der Implantate ist die *Verlustquote* bei Rauchern tendenziell erhöht (4,3% Verluste bei Rauchern gegenüber 3,1% bei Nichtrauchern), jedoch nicht signifikant. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem von De Bruyn und Collaert<sup>10</sup> und Lambert, Morris, et al.<sup>70</sup>.

Die vergleichsweise<sup>75</sup> etwas häufiger beobachteten Frühverluste (3,4%) können im Zusammenhang stehen mit dem großen Anteil von Tübinger Keramik-Sofortimplantaten innerhalb der untersuchten Implantatgruppe. Bei diesem Implantattyp manifestieren sich Implantatverluste überwiegend als Frühverluste.

Der Vergleich der Implantatverlustquoten bei Rauchern und Nichtrauchern für den gesamten Beobachtungszeitraum ergibt eine bei Rauchern gegenüber Nichtrauchern mit dem Faktor 1:1,7 höhere Verlustquote. Die Erhöhung der Verlustquote bei Rauchern ist also für den gesamten Beobachtungszeitraum deutlich stärker ausgeprägt als für den Zeitraum vor prothetischer Versorgung (Faktor 1:1,4). Dieses Ergebnis stützt die Vermutung, daß das Rauchen die Gefahr eines Implantatverlustes nicht nur in der sensiblen Einheilphase, sondern während der gesamten Liegezeit deutlich erhöht.

Der Vergleich der Verweildauerwahrscheinlichkeitswerte nach Kaplan und Meier zeigt durch signifikant verringerte Werte ( $p=0,0006$ ) für Implantate, die bei Rauchern gesetzt wurden, über den gesamten Beobachtungszeitraum sehr deutlich das Ausmaß der Beeinträchtigung der Implantatprognose durch das Rauchen. Eine *Dosisabhängigkeit* der Auswirkungen des Rauchens konnte in der vorliegenden Studie nicht gefunden werden (s. [Abb. 13](#)). Die nachgewiesenen negativen Auswirkungen des Rauchens auf die Erfolgsprognose von Implantaten kommen offenbar schon bei relativ geringen täglichen Konsummengen zum Tragen. Ein Vergleich mit anderen implantologischen Studien ist hier nicht möglich, weil keine der vergleichbaren Untersuchungen die Frage der Dosisabhängigkeit der Rauchwirkungen auf die Verweildauerwahrscheinlichkeit aufgreift. Bei natürlichen Zähnen ist für den parodontalen Knochenabbau<sup>71</sup> und den Erfolg von Parodontaltherapien<sup>45,46</sup> eine Dosisabhängigkeit nachgewiesen.

Die deutlich ausgeprägte Verschlechterung der Implantatprognose bei über 30-jährigen Rauchern spricht dafür, daß im Zusammenhang mit implantologischen Mißerfolgen vor allem die Langzeitwirkungen des Rauchens relevant sind, die in der Gruppe der über 30-jährigen, die im Mittel länger geraucht haben als die jüngeren Patienten, naturgemäß stärker ausgeprägt sind. Bain gelangt in seiner Studie<sup>7</sup> zu einem ähnlichen Rückschluß.

Die bei Oberkieferimplantaten ausgeprägte erfolgsvermindernde Wirkung des Rauchens, die auch von anderen Autoren beobachtet wurde<sup>7,9,10,45,46,51</sup>, läßt Rückschlüsse auf die Wirkungsweise des Tabakrauchs zu. Die Oberkieferimplantate sind besonders stark in ihrer Erfolgsprognose beeinträchtigt, da sie der lokalen Wirkung des Tabakrauchs und seiner Inhaltsstoffe stärker ausgesetzt sind als die durch die Zunge geschützten Unterkieferimplantate. Das legt den Schluß nahe, daß die Schädigung der Implantatverankerung hauptsächlich aufgrund lokaler Wirkungen von Bestandteilen des Tabakrauchs auf die periimplantären Gewebe erfolgt.

Es ist zu vermuten, daß die in der Einleitung im Zusammenhang mit zahnärztlicher Chirurgie und Parodontologie diskutierten Wirkungsmechanismen des Tabakrauchs auch bei der Implantologie zum Tragen kommen und daß nikotininduzierte Effekte wie gingivale Ischämie<sup>33</sup> und Funktionsstörung der polymorphzellkernigen Leukozyten<sup>34,35</sup> auch für die Beeinträchtigung der Implantatprognose mitverantwortlich sind.

Neben diesen durch Bestandteile des Tabakrauchs ausgelösten chemisch-toxikologischen Wirkungen könnten im Zusammenhang mit möglichen Implantatverlusten durch das Rauchen auch mechanische Faktoren eine Rolle spielen. Es ist schon lange bekannt, daß Tastsensibilität und Druckrezeption bei Implantaten gegenüber natürlichen Zähnen etwa um den Faktor zehn verringert sind<sup>72,73</sup>. Da bei ankylotisch eingehielten Implantaten bindegewebiger Periimplantärstrukturen fehlen, werden einwirkende Druckkräfte ohne Transformation direkt an den umgebenden Knochen weitergeleitet. Die erhöhte Wahrnehmungsschwelle für einwirkende Kräfte hat zur Folge, daß Kräfte, wie sie durch Zunge und Weichteile auf Implantate ausgeübt werden können<sup>74</sup>, nicht wahrgenommen werden, obwohl sie zu einer Druckbelastung des Knochens und zur Beeinträchtigung der knöchernen Integration des Implantats führen

können. Diese Belastungen sind somit gefährlicher für das Implantat, als starke Kaubelastungen, die wahrgenommen werden und zu entsprechenden Schutzreaktionen führen. Zudem treten diese Belastungen auch noch häufiger auf.

Diese unterhalb der Wahrnehmungsschwelle liegenden möglicherweise implantatgefährdenden Krafteinwirkungen treten auch im Zusammenhang mit dem Rauchen auf. Während des Saugens an der Zigarette kommt es zu einer Verstärkung von Lippendruck und Zungenmotorik, was zu einer nicht wahrnehmbaren, aber schädlichen Krafteinwirkung auf die Implantate führen kann. Der Befund der bei Oberkieferimplantaten besonders verringerten Verweildauerwahrscheinlichkeit stützt diese Vermutung, weil der Oberkieferfrontzahnbereich in besonders hohem Maß von den Auswirkungen der Weichteilmotorik berührt wird<sup>74</sup>.

### **Abschließende Folgerungen**

Die vorliegende Studie belegt den Verdacht, daß das Rauchen als implantologischer Risikofaktor einzustufen ist. Dieses Ergebnis überrascht nicht, da die negativen Auswirkungen des Rauchens bekannt sind. Zahlreiche Studien, die dem Rauchen eine Schädigung der intraoralen Gewebe nachweisen<sup>22,27-29</sup>, bzw. eine Störung der Wundheilung belegen<sup>40,42</sup>, verweisen ebenfalls die negativen Auswirkungen des Rauchens auf die Verweildauerwahrscheinlichkeit von Implantationen.

Die genauen Mechanismen der Beeinflussung von Implantaten durch das Rauchen können durch diese Studie letztlich nicht geklärt werden. Die Ergebnisse legen allerdings die Hypothese nahe, daß hierbei auch lokale Wirkungen des Rauchens eine Rolle spielen, besonders wenn sie ihren Einfluß über längere Zeit ausüben, ähnlich denen, die auch im Zusammenhang mit den Auswirkungen des Rauchens auf die intraoralen Gewebe und deren Wundheilung diskutiert werden<sup>33,35</sup>. Darüber hinaus ist ein schädigender Einfluß auf die Implantate durch Druckbelastungen unterhalb der Wahrnehmungsschwelle zu vermuten, wie sie durch die beim Rauchen verstärkt ausgeführten Bewegungen von Zunge und Weichteilen ausgeübt werden.

Das bei Rauchern deutlich erhöhte Verlustrisiko für Implantate sollte die leider utopische Forderung nach einem Verzicht der Implantatpatienten auf das Rauchen zur Folge haben. Da das Verlustrisiko für Raucher dosisunabhängig während des gesamten Beobachtungszeitraums höher war, als für Nichtraucher, sollte eine Implantatinsertion Anlaß für eine generelle, nicht nur auf die Einheilphase der Implantate beschränkte Nikotinabstinenz sein. Die Patienten, die rauchen, sollten intensiv über die drohenden negativen Auswirkungen auf den Erfolg der implantologischen Rehabilitation aufgeklärt werden.

### **Danksagung**

Herrn M. Kruppenbacher danken wir für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

## Literaturverzeichnis

1. Günay H, Veltmaat A, Schneller T, Neukam FW. Psychologische Aspekte bei Patienten nach Implantatversorgung. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1991; 46: 698-701.
2. Harle TJ, Anderson JD. Patient satisfaction with implant-supported prostheses. *Int J Prosthodont*, 1993; 6: 153-162.
3. Wismeijer D, Vermeeren JI, van Waas MA. Patient satisfaction with overdentures supported by one-stage TPS implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1992; 7: 51-55.
4. Zimmer CM, Zimmer WM, Williams J, Liesener J. Public awareness and acceptance of dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1992; 7: 228-232.
5. Hultin M, Gustafsson A, Klinge B. Long-term evaluation of osseointegrated dental implants in the treatment of partly edentulous patients. *J Clin Periodontol*, 2000; 27: 128-133.
6. Schnitman PA, Shulman LB. Recommendations of the consensus development conference on dental implants. *J Am Dent Assoc*, 1979; 98: 373-377.  
*Siehe auch:* Tetsch, P., Ackermann, K. L., Behneke, N., Galandi, M., Geis-Gerstorfer, J., Kerschbaum, T., Krämer, A., Krekeler, G., Nentwig, G. H., Richter, E. J., Schulte, W., Spiekermann, H., Strunz, V., Wagner, W., Watzek, G., and Weber, H. (1990) Konsensus-Konferenz zur Implantologie, 18. 10. 1989 in Mainz. *Z Zahnärztl Implantol*, 6, 5-14
7. Bain CA, Moy PK. The association between the failure of dental implants and cigarette smoking. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1993; 8: 609-615.
8. Bain CA, Moy PK. The influence of smoking on bone quality and implant failure. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1994; 9: 123-123.
9. Bain CA. Smoking and implant failure - benefits of a smoking-cessation protocol. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1996; 11: 756-759.
10. De Bruyn H, Collaert B. The effect of smoking on early implant failure. *Clin Oral Implants Res*, 1994; 5: 260-264.
11. Lindquist LW, Carlsson GE, Jemt T. A prospective 15-year follow-up study of mandibular fixed prostheses supported by osseointegrated implants. Clinical results and marginal bone loss. *Clin Oral Implants Res*, 1996; 7: 329-336.
12. Minsk L, Polson AM, Weisgold A, Rose LF, Sanavi F, Baumgarten H, Listgarten MA. Outcome failures of endosseous implants from a clinical training center. *Compend Contin Educ Dent*, 1996; 17: 848-856.
13. Sennerby L, Roos J. Surgical determinants of clinical success of osseointegrated oral implants: A review of the literature. *Int J Prosthodont*, 1998; 11: 408-420.
14. Adler J, Hensel O. Über intravenöse Nikotineinspritzungen und deren Einwirkung auf die Kaninchen-Aorta. *Dtsch Med Wchnschr*, 1919; 32: 1826-1828.
15. Jousilahti P, Vartiainen E, Tuomilehto J, Puska P. Symptoms of chronic bronchitis and the risk of coronary disease. *Lancet*, 1996; 348: 567-572.
16. Krueger JK, Rohrich RJ. Clearing the smoke: the scientific rationale for tobacco abstention with plastic surgery. *Plast Reconstr Surg*, 2001; 108: 1063-1073.
17. Liloglou T, Ross H, Prime W, Donnelly RJ, Spandidos DA, Gosney JR, Field JK. p53 gene aberrations in non-small-cell lung carcinomas from a smoking population. *Br J Cancer*, 1997; 75: 1119-1124.
18. Martin LM, Bouquot JE, Wingo PA, Heath CW. Cancer prevention in the dental practice: oral cancer screening and tobacco cessation advice. *J Public Health Dent*, 1996; 56: 336-340.

19. Mishima Y. Thromboangiitis obliterans (Buerger's disease). *Int J Cardiol*, 1996; 15: 185-187.
20. Scully C, Ward-Booth RP. Detection and treatment of early cancers of the oral cavity. *Crit Rev Oncol Hematol*, 1995; 21: 63-75.
21. Telivuo M, Kallio P, Berg MA, Korhonen HJ, Murtomaa H. Smoking and oral health: a population survey in Finland. *J Public Health Dent*, 1995; 55: 133-138.
22. Bergström J, Eliasson S. Noxious effect of cigarette smoking on periodontal health. *J Periodontol Res*, 1987; 22: 513-517.
23. Burt BA. Position Paper of the Direction of the Committee on Research, Science and Therapy of the American Academy of Periodontology: Epidemiology of Periodontal Diseases. *J Periodontol*, 1996; 67: 935-945.
24. Demirel K, Gur H, Meric H, Sevuk C. Damping characteristics of teeth with periodontal breakdown: correlation of mobility meter values with bone and attachment loss. *J Periodontol*, 1997; 68: 166-171.
25. Genco RJ. Current view of risk factors for periodontal diseases. *J Periodontol*, 1996; 67: 1041-1049.
26. Machtei EE, Dunford R, Hausmann E, Grossi SG, Powell J, Cummins D, Zambon J, Genco R. Longitudinal study of prognostic factors in established periodontitis patients. *J Clin Periodontol*, 1997; 24: 102-109.
27. Preber H, Kant T, Bergström J. Cigarette smoking, oral hygiene and periodontal health in Swedish army conscripts. *J Clin Periodontol*, 1980; 7: 106-113.
28. Bergström J, Eliasson S. Cigarette smoking and alveolar bone height in subjects with a high standard of oral hygiene. *J Clin Periodontol*, 1987; 14: 466-469.
29. Bergström J, Eliasson S, Preber H. Cigarette smoking and periodontal bone loss. *J Periodontol*, 1991; 62: 242-246.
30. Lindquist LW, Carlsson GE, Jemt T. Association between marginal bone loss around osseointegrated mandibular implants and smoking habits: A 10-year follow-up study. *J dent Res*, 1997; 76: 1667-1674.
31. Ismail AI, Burt BA, Eklund SA. Epidemiologic patterns of smoking and periodontal disease in the United States. *J Am Dent Assoc*, 1983; 106: 617-623.
32. Preber H, Bergström J. Occurrence of gingival bleeding in smoker and non-smoker patients. *Acta Odontol Scand*, 1985; 43: 315-320.
33. Clarke NG, Shepard BC, Hirsch RS. The effects of intra-arterial epinephrine and nicotine on gingival circulation. *Oral Surg*, 1981; 52: 577-582.
34. Kraal JH, Chancellor MB, Bridges RB, Bemis KG, Hawke JE. Variations in the gingival polymorphonuclear leukocyte migration rate in dogs induced by chemotactic autologous serum and migration inhibitor from tobacco smoke. *J Periodontol Res*, 1977; 12: 242-249.
35. MacFarlane GD, Herzberg MC, Wolff LF, Hardie NA. Refractory periodontitis associated with abnormal polymorphonuclear leukocyte phagocytosis and cigarette smoking. *J Periodontol*, 1992; 63: 908-913.
36. Lovich SF, Arnold PG. The effect of smoking on muscle transposition. *Plast Reconstr Surg*, 1994; 93: 825-828.
37. Mosely LH, Finseth F, Goody M. Nicotine and its effect on wound healing. *Plast Reconstr Surg*, 1978; 61: 570-575.
38. Rees TD, Liverett DM, Guy CL. The effect of cigarette smoking on skin-flap survival in the face lift patient. *Plast Reconstr Surg*, 1984; 73: 911-915.

39. Siana JE, Rex S, Gottrup F. The effect of cigarette smoking on wound healing. *Scand J Plast Reconstr Surg*, 1989; 23: 207-209.
40. Jones JK, Triplett RG. The relationship of cigarette smoking to impaired intraoral wound healing. *J Oral Maxillofac Surg*, 1992; 50: 237-239.
41. Sweet JB, Butler DP. The relationship of smoking to localized osteitis. *J Oral Surgery*, 1979; 37: 732-735.
42. Siebert O, Sonner S, Reichart PA. Prospektive Studie zu Wundheilungsstörungen nach operativer Weisheitszahnentfernung im Unterkiefer. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1995; 50: 75-75.
43. Ah MK, Johnson GK, Kaldahl WB, Patil KD, Kalkwarf KL. The effect of smoking on the response to periodontal therapy. *J Clin Periodontol*, 1994; 21: 91-97.
44. Grossi SG, Skrepcinski FB, DeCaro T, Zambon J, Cummins D, Genco RJ. Response to periodontal therapy in diabetics and smokers. *J Periodontol*, 1996; 67: 1094-1102.
45. Grossi SG, Zambon J, Machtei EE, Schifferle R, Andreana S, Genco RJ, Cummins D, Harrap G. Effects of smoking and smoking cessation on healing after mechanical periodontal therapy. *J Am Dent Assoc*, 1997; 128: 599-607.
46. Kaldahl WB, Johnson GK, Kashinath DP, Kalkwarf KL. Levels of cigarette consumption and response to periodontal therapy. *J Periodontol*, 1996; 67: 675-681.
47. Preber H, Bergström J. Cigarette smoking in patients referred for periodontal treatment. *Scand J Dent Res*, 1986; 94: 102-108.
48. Preber H, Bergström J. Effect of cigarette smoking on periodontal healing following surgical therapy. *J Clin Periodontol*, 1990; 17: 324-328.
49. Small SA, Zinner ID, Panno FV, Shapiro HJ, Stein JI. Augmenting the maxillary sinus for implants: Report of 27 patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1993; 8: 523-528.
50. Gorman LM, Lambert PM, Morris HF, Ochi S, Winkler S. The effect of smoking on implant survival at second-stage surgery: DICRG Interim Report No. 5. *Dental Implant Clinical Research Group. Implant Dent*, 1994; Fall, 3: 165-168.
51. Haas R, Haimbock W, Mailath G, Watzek G. The relationship of smoking on peri-implant tissue: a retrospective study. *J Prosthet Dent*, 1996; 76: 592-596.
52. Weyant RJ. Characteristics associated with the loss and peri-implant tissue health of endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1994; 9: 95-102.
53. d'Hoedt B, Lukas D. Statistische Ergebnisse des Tübinger Implantates. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1981; 36: 551-562.
54. Schulte W, Kleineikenscheidt H, Schareyka R, Heimke G. Konzept und Prüfung des Tübinger Sofortimplantates. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1978; 33: 319-325.
55. Maier, E.-L. Hat das Rauchen einen Einfluss auf die Verweildauerwahrscheinlichkeit dentaler Implantate? 1999. Diss med dent Univ Tuebingen. 1999, Diss med dent Univ Tübingen.
56. Albrektsson T, Blomberg S, Branemark A, Carlsson GE. Edentulousness - an oral handicap. Patient reactions to treatment with jawbone-anchored prostheses. *J Oral Rehabil*, 1987; 14: 503-511.
57. Grogono AL, Lancaster DM, Finger IM. Dental implants: a survey of patients' attitudes. *J Prosthet Dent*, 1989; 62: 573-576.
58. Hartmann HJ. Implantate aus der Sicht von Implantatträgern - Eine Pilotstudie. *Quintessenz*, 1989; 9: 7217-1-7217/8.
59. SAS II. SAS Language: Reference, Version 6. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 1990.

60. Gómez-Román G, Schulte W, d'Hoedt B, Axmann-Krcmar D. The Frialit-2 implant system: Five-year clinical experience in single-tooth and immediately postextraction applications. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1997; 12: 299-309.
61. Koch WL. Die zweiphasige enossale Implantation von intramobilen Zylinderimplantaten-IMZ. *Quintessenz*, 1976; 27: 21-27.
62. Mau J. Die Quantifizierung des Verlustrisikos dentaler Implantate. *Z Zahnärztl Implantol*, 1987; 3: 58-63.
63. Schulte W, d'Hoedt B, Axmann-Krcmar D, Gómez-Román G. 15 Jahre Tübinger Implantat und seine Weiterentwicklung zum Frialit-2-System. *Z Zahnärztl Implantol*, 1992; 8: 77-96.
64. Altman DG. Kaplan-Meier survival curve. In: Anonymous Practical Statistics for Medical Research. London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras: Chapman & Hall, 1993: 368-371.
65. Gómez-Román, G. Eine vergleichende Untersuchung über Einzelzahnimplantationen unter besonderer Berücksichtigung möglicher prognostischer Faktoren. 2000, Habil med dent thesis Univ Tübingen.
66. d'Hoedt B. 10 Jahre Tübinger Implantat aus Frialit. Eine Zwischenauswertung der Implantatdatei. *Z Zahnärztl Implantol*, 1986; 2: 6-10.
67. Kaplan EL, Meier P. Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Am Statist Assoc*, 1958; 53: 457-457.
68. d'Hoedt B, Schulte W. A comparative study of results with various endosseous implant systems. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1989; 4: 95-105.
69. Kunsch K. *Der Mensch in Zahlen*. Stuttgart: Gustav Fischer, 1997.
70. Lambert PM, Morris HF, Ochi S. The influence of smoking on 3-year clinical success of osseointegrated dental implants. *Ann Periodontol*, 2000; 5: 79-89.
71. Martinez-Canut P, Lorca A, Magan R. Smoking and periodontal disease severity. *J Clin Periodontol*, 1995; 22: 743-749.
72. Mühlbradt L, Meyle J, Lukas D, Schulte W. Die Tastsensibilität Tübinger Sofortimplantate. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1980; 35: 334-338.
73. Mühlbradt L, Mattes S, Ulrich R, Möhlmann H. Zur zeitlichen Stabilität von Tastschwellen bei Tübinger Implantaten und natürlichen Zähnen. *Z Zahnärztl Implantol*, 1993; 9: 139-143.
74. Schulte W, Miller E. Druckbelastung des Alveolarfortsatzes durch Zunge und periorale Muskulatur. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1962; 17: 416-416.
75. B. d'Hoedt. Dentale Implantate aus polykristalliner Aluminium-Oxidkeramik - Einheilung und Langzeitergebnisse. 1991 Univ. Tübingen. Med. Habilitationsschrift.