

Torsten Mundt, Jörn Kobrow, Christian Schwahn

# Nachuntersuchung von Patienten mit Miniimplantaten zur Stabilisierung von vorhandenen Teilprothesen\*

## Warum Sie diesen Artikel lesen sollten?

Miniimplantate sind minimalinvasiv und bezahlbar. Diese Studie zur Pfeilervermehrung mit Miniimplantaten unter bestehenden Teilprothesen zeigt Ergebnisse aus einer zahnärztlichen Praxis.

**Einführung:** Ziel dieser Studie war es, die klinische Performance von Miniimplantaten (MI) zur Stabilisierung von Doppelkronenprothesen nach einer mittelfristigen Funktionsperiode in einer Zahnarztpraxis zu bewerten. Weiterhin sollten die Implantatfestigkeit und die Patientenzufriedenheit mit dem Zahnersatz evaluiert werden.

**Material und Methode:** Patienten wurden einbezogen, die strategische 10 bis 13 mm lange MI mit Durchmessern von 1,8; 2,1 und 2,4 mm und Kugelkopf-attachments zur zusätzlichen Abstützung unter vorhandenen Doppelkronenprothesen mindestens 3 Jahre zuvor erhalten haben. Nach Karteikartenanalyse, einer Anamnese- und einer Fragebogenerhebung zur Zufriedenheit mit der prothetischen Versorgung (8 Items, Likert-Skala 1–5) untersuchte ein unabhängiger, erfahrener Zahnarzt den parodontalen/periimplantären Zustand inklusive der Implantatfestigkeit mittels Periotest und Osstell. Neben deskriptiver Statistik wurden Kaplan-Meier-Schätzungen und eine Cox Regressionsanalyse durchgeführt, um Faktoren für Implantatverluste zu ermitteln.

**Ergebnisse:** Von 70 erreichbaren erschienen 57 Patienten mit 66 Studienkiefern zur Untersuchung. Die Liegedauer der 77 MI in 25 Oberkiefer und 113 MI in 41 Unterkiefer betrug 3 bis 9 Jahre. Die MI bei 20 Kiefern mit guter Knochenqualität (Eindrehmoment  $\geq 35$  Ncm) wurden sofort mit den Matrizen (Housing mit O-Ring) belastet, die anderen Prothesen wurden für 3–4 Monate zunächst weichbleibend unterfüttert. Die 5-Jahres-Überlebensraten der MI betragen 97,4 % (3 Verluste) im Oberkiefer und 86,9 % (13 Verluste, 1 Fraktur) im Unterkiefer und die der Zähne 88 % bzw. 88,9 %. Die Cox Regressionsanalyse ergab keinen statistisch signifikanten Einfluss von möglichen Risikofaktoren (Restzahnbestand, Rauchen, Diabetes mellitus, Belastungsmodus). Bei 18 Studienteilnehmern wurden nach Zahn- oder Implantatverlusten 40 MI nachimplantiert. In der Nachsorge wurden von 8 Prothesen die O-Ringe der Housings ausgetauscht und 26-mal die Prothesen unterfüttert. Komplikationen waren 17 Basis-, 11 Verblendungs- und 2 Ersatzzahnfrakturen. Die mittleren Periotestwerte betragen 5,5 im Ober- und 6,7 im Unterkiefer ( $P = 0,078$ ).

<sup>1</sup> Universitätsmedizin Greifswald, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Alterszahnheilkunde und medizinische Werkstoffkunde: Prof. Dr. Torsten Mundt; Dr. Christian Schwahn

<sup>2</sup> Praxis Die ProZahnärzte, Schwerin: Dr. Jörn Kobrow

\*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung von Mundt T, Kobrow J, Schwahn C: Follow-up examination of patients with mini-implants for the stabilization of existing removable partial dentures. Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 38–49

**Zitierweise:** Mundt T, Kobrow J, Schwahn C: Nachuntersuchung von Patienten mit Miniimplantaten zur Stabilisierung von vorhandenen Teilprothesen. Dtsch Zahnärztl Z 2020; 75: 154–166

**Peer-reviewed article:** eingereicht: 23.08.2019, revidierte Fassung akzeptiert: 07.01.2020

DOI.org/10.3238/dzz.2020.0154-0166

und die mittleren Osstellwerte 38 im Ober- und 33 im Unterkiefer ( $P < 0,0001$ ). Die Mehrzahl der Teilnehmer war sehr zufrieden mit der prothetischen Versorgung (80 % im Ober- und 70 % im Unterkiefer) und niemand war unzufrieden.

**Diskussion:** Die niedrigere Überlebensrate der MI im Unterkiefer gegenüber dem Oberkiefer ist überraschend und steht im Gegensatz zu Untersuchungen zahnloser Kiefer. Die Komplikationen waren trotz der Implantatverluste und Bruchreparaturen beherrschbar. Die Festigkeitswerte der MI sind niedriger als bei Standarddurchmesser-Implantaten.

**Schlussfolgerung:** Strategische MI unter Doppelkronenprothesen sind eine empfehlenswerte Therapieoption für die zahnärztliche Praxis. Prospektive randomisierte klinische Studien sind für diese Therapieform erforderlich.

**Schlüsselwörter:** Miniimplantat; strategisch; Teilprothese; Doppelkronen; Überleben; Zufriedenheit; Festigkeit

## Einleitung

Dentale Implantate zur Stabilisierung von herausnehmbarem Zahnersatz sind eine inzwischen akzeptierte Therapiealternative [2–4, 13, 15, 16, 30, 31]. Neben der distalen Abstützung von Freundprothesen [4] und primären Pfeilervermehrung vor der prothetischen Neuversorgung [2, 3, 13, 15] ist eine nachträgliche Implantatinsertion unter einem vorhandenen abnehmbaren Zahnersatz eine interessante Alternative [30]. Pfeilerextraktionen und/oder ihre ungünstige Verteilung können nach einer prothetischen Versorgung zu Problemen mit dem Prothesenhalt führen. In einer prospektiven Studie führte die nachträgliche Einarbeitung von Haltelementen auf Implantaten bei insgesamt 11 Patienten mit ungünstiger Verteilung und geringer Anzahl der Pfeilerzähne in einem Kiefer nachweislich zu einer Verbesserung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität [30] und der Kaueffizienz [31]. Nach 6,5 Jahren waren alle Implantate und Prothesen noch in Funktion, wobei jedoch einige Pfeilerzähne extrahiert werden mussten (Überlebensrate Zähne 89 %) [16].

Obwohl dies preiswerter ist als die Neuanfertigung der Suprakonstruktion, sind die damit verbundenen Kosten immer noch relativ hoch. Außerdem stoßen Implantate mit Standard-Durchmessern ( $> 3,5$  mm) wegen der Knochenatrophie nach Zahnextraktionen und der daraus resultierenden Verschmälerung des Alveolarfortsatzes manchmal an Gren-

zen. Durchmesserreduzierte Implantate (3–3,5 mm) sind nicht immer für die Indikation Einzelattachment freigegeben. Augmentative Maßnahmen zur Verbesserung des Knochenlagers sind nicht nur für Patienten mit Grunderkrankungen mit Risiken verbunden und werden insbesondere von älteren Patienten auch wegen der längeren Behandlungsdauer und des höheren Aufwandes häufig abgelehnt [29].

Miniimplantate (MI) mit einem noch geringeren Durchmesser  $< 3$  mm sind in der Regel einteilig und eine belastungsfreie Einheilung ist deshalb kaum möglich. Hauptsächlich werden sie zur Stabilisierung von totalen Prothesen mittels Kugelkopfattachments eingesetzt. Dafür werden im Oberkiefer 6 und im Unterkiefer 4 MI empfohlen [14]. In den jüngsten systematischen Übersichtsarbeiten wurde von hohen Überlebensraten nach einer mittleren Liegedauer von 3 Jahren ( $> 95$  %) und geringen Knochenabbauraten ( $< 1,2$  mm) im zahnlosen Unterkiefer berichtet [12, 14, 23]. Jedoch waren die Verlustraten der MI nach Sofortbelastung im zahnlosen Oberkiefer mit 32 % inakzeptabel hoch [14]. Bei schlechter Knochenqualität bzw. einem Eindrehmoment  $< 35$  Ncm sollten die Prothesen im Bereich der Kugelköpfe zunächst hohlgelegt und weichbleibend unterfüttert werden. Dies führt offensichtlich zu weniger Misserfolgen [9, 20].

Die Implantatstabilität kann neben dem Eindrehmoment als Maß für die primäre Festigkeit mit Periotest-

messungen oder Resonanzfrequenzanalysen auch longitudinal bestimmt werden [22]. Bei einer Sofortbelastung und zur Verlaufskontrolle sind Referenzwerte wie für zweiteilige Standarddurchmesser-Implantate wünschenswert. Bisherige Periotestmessungen an MI ergaben jedoch unterschiedliche Mittelwerte von  $< -3$  [7] und  $> 5$  [25]. Für die Resonanzfrequenzanalyse wurden für einteilige MI mit Kugelkopf bisher nur Daten aus einem Tierversuch (Hasen-Unterschenkelknochen) mit einem eigens dafür angefertigten Aufsatz veröffentlicht. Im direkten Vergleich mit zweiteiligen Standard-Implantaten waren die Unterschiede zwischen den Werten nicht signifikant [5].

Mittlerweile gibt es 2 Studien mit einer Beobachtungszeit von 12 bzw. 6 Monaten über den erfolgreichen Einsatz von MI zur besseren Abstützung von Teilprothesen bei vorhandener anteriorer Restbezahnung (Kennedy Klasse I) [6, 28]. Zum Einsatz von MI als strategische Pfeiler zur Verbesserung der Belastungsverteilung und des Halts unter vorhandenen Teilprothesen bei wenigen oder ungünstig verteilten Restzähnen existieren bisher nur Fallberichte [19, 27]. Die Publikation von Ergebnissen einer prospektiven, randomisierten 3-Jahres-Studie zum selben Thema, von der bisher das Design veröffentlicht wurde, stehen noch aus [18].

Deshalb wurde eine retrospektive Untersuchung von Patienten einer Zahnarztpraxis initiiert, die schon vor längerer Zeit MI zur Stabilisierung

## Follow-up examination of patients with mini-implants for the stabilization of existing removable partial dentures

**Introduction:** The aim of this study was to evaluate the clinical performance of mini-implants (MI), which were used for the stabilization of double crown retained removable partial dentures (RPDs), after a middle-term period of service in a dental practice. Additionally, implant stability and patient satisfaction with the dentures were evaluated.

**Material and Methods:** Patients who had received 10 to 13 mm long MI with diameters of 1.8, 2.1, and 2.4 mm and ball attachments for supplementary support of their existing double crown retained RPDs at least 3 years ago were included in this study. After patient chart and medical history analysis as well as the completion of an 8-item questionnaire on satisfaction with the RPD (Likert scale 1 to 5) by the participants, an experienced dentist independently examined the periodontal/peri-implant conditions; this involved measurement of implant stability by using the Periotest and the Osstell device. In addition to descriptive statistics, survival analyses based on the Kaplan-Meier and Cox regression analyses were used to estimate possible risk factors for implant loss.

**Results:** Out of 70 reachable patients, 66 study jaws in 57 patients were examined. The duration between the time of implant placement and the follow-up examination ranged between 3 and 9 years for the examined 77 MI in 25 upper jaws and 113 MI in 41 lower jaws. The MI in 20 jaws with good bone quality (insertion torque  $\geq 35$  Ncm) were loaded immediately using matrices (housing with O-rings), while the other RPDs were initially soft-relined for 3–4 months. The 5-year-survival rates of the MI in the maxilla and mandible were 97.4 % (3 failures) and 86.9 % (13 failures, one fracture), while the tooth survival rates were 88 % and 88.9 %, respectively. The Cox regression analyses revealed no statistically significant effect of possible risk factors on implant failure (tooth status, smoking habits, diabetes mellitus, loading modus). In 18 of the study participants, a total of 40 MI were placed subsequent to implant or tooth loss. The after-care of the RPDs comprised of 8 O-ring replacements and 26 denture base relinings. The complications included denture base ( $n = 17$ ), secondary crown veneering ( $n = 11$ ) and artificial denture teeth ( $n = 2$ ) fractures. The mean Periotest values were 5.5 and 6.7 ( $P = 0.078$ ), while the mean Osstell values were 38 and 33 ( $P < 0.0001$ ), in the maxilla and mandible, respectively. The majority of participants were very satisfied with their RPD (80 % in the maxilla, 70 % in the mandible) and nobody was dissatisfied.

**Discussion:** The lower MI survival rate in the mandible compared with the maxilla comes as a surprise and is contrary to previous studies performed on edentulous jaws. The complications were manageable, despite implant losses and denture fractures. The stability values of MI were lower than those of standard-diameter implants.

**Conclusion:** Strategic MI under double crown retained RPDs are a recommendable therapeutic option in the dental practice. Prospective randomized clinical studies are required to investigate this therapeutic alternative.

**Keywords:** mini-implant; strategic; removable partial denture; double crown; survival; satisfaction; stability

von Doppelkronenprothesen erhalten haben. Nach einer Mindestliegedauer der Implantate von 3 Jahren sollte die klinische Performance, die Implantatfestigkeit und die Patientenzufriedenheit mit dem Zahnersatz evaluiert werden.

### Material und Behandlungsmethode

#### Untersuchungsteilnehmer

Die von der Universitätsmedizin Greifswald initiierte Studie wurde durch die Firma 3M Deutschland GmbH finanziell unterstützt und erhielt das Votum der zuständigen Ethikkommission (BB 025/13). Die Patienten wurden in eine Zahnarztpraxis in Nordrhein-Westfalen eingeladen, die dort vor mindestens 3 Jahren Miniimplantate (Mini Dental Implant, MDI, 3M ESPE, Seefeld, Deutschland) zur Pfeilervermehrung unter vorhandenen Teilprothesen erhalten haben (Abb. 1). Mittlerweile werden die MDI von einer anderen Firma (Condent, Hannover) vertrieben. Ausgeschlossen wurden Patienten, denen aus allgemeinmedizinischer Sicht eine Untersuchung nicht zugemutet werden konnte und die keine schriftliche Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie gaben. Von der Bruttostichprobe werden die neutralen Ausfälle (Verstorbene, schwer Erkrankte und aus dem Einzugsbereich der Praxis Verzogene) subtrahiert, sodass zur Ermittlung der Response die Differenz = Nettostichprobe herangezogen wird. Drop-out ist eine (mehrfache) Nichtwahrnehmung des Untersuchungstermins oder eine Verweigerung zur Teilnahme an der Studie. Die Studienteilnehmer wurden von einem trainierten, erfahrenen Zahnarzt untersucht, der bei der Therapie der Patienten nicht einbezogen war.

#### Therapie

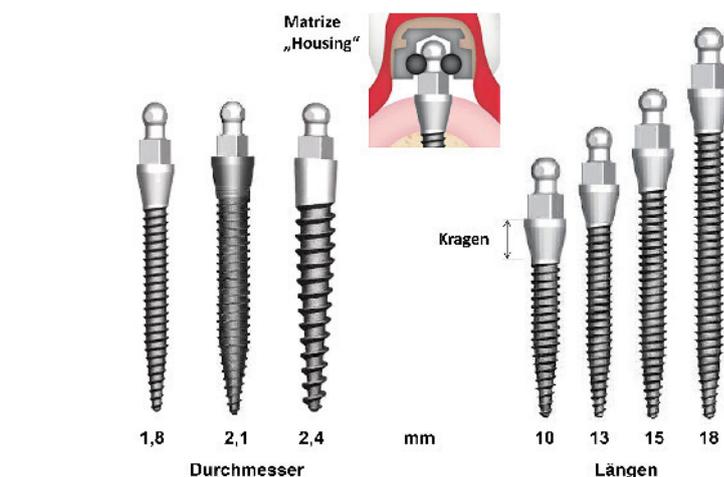
Die Patienten erhielten nachträglich zur zusätzlichen Stabilisierung ihrer Teilprothesen MI, wenn der Prothesenhalt entweder unzureichend war, z.B. nach Extraktion von Pfeilerzähnen, oder aber primär eine ungenügende Anzahl oder Verteilung der verbliebenen Zähne vorlag. Die An-

zahl und Position der Implantate richtete sich nach der Restzahnverteilung und dem vorhandenen vertikalen Knochenangebot, welches nach distal durch die Kieferhöhlen und dem N. alveolaris inferior begrenzt wird. Die Insertion erfolgte größtenteils transgingival oder in wenigen Fällen nach Evaluation eines kleinen Mukoperiost-Lappens, nachdem das Implantatlager mit einem 1,1 mm dünnen Pilotbohrer in unterschiedlicher Tiefe (ein bis zwei Drittel der Implantatlänge) in Abhängigkeit von der Knochenqualität aufbereitet wurde. In der Praxis wurden ausschließlich MI mit Längen von 10 und 13 mm und Durchmessern von 1,8, 2,1 und 2,4 mm verwendet. Im Patientenbeispiel der Abbildungen 2 und 3 wäre der Einsatz von Standard-Implantaten nur mit Maßnahmen zur Verbreiterung des Knochenlagers wie Splitting bzw. Augmentation oder wenigstens mit einer Kürzung des schmalen Kieferkammanteils (Planierung) möglich gewesen. Bei einem ausreichenden Eindrehmoment aller MI (ca. 35 Ncm) erfolgte eine Sofortbelastung. Hierfür wurden die Prothesen über den Kugelköpfen ausgefräst und die aufgesteckten Matrizen (Metallgehäuse bzw. Housings mit O-Ringen) entweder direkt intraoral oder aber indirekt über Abformung und Modell mit einem Kaltpolymerisat einpolymerisiert. Bei einem unzureichenden Eindrehmoment wurden die Prothesen zunächst weichbleibend unterfüttert und die Housings wurden nach ca. 3 Monaten direkt oder indirekt eingearbeitet.

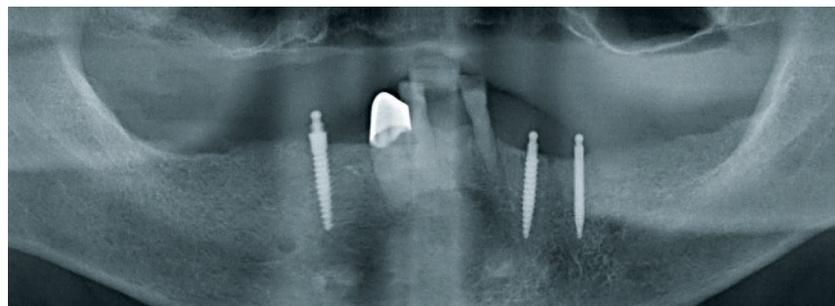
### Untersuchungsparameter

Der Befund vor der Implantation wurde aus der Karteidokumentation und der postoperativen Panoramaschichtaufnahme entnommen. Alle Behandlungen, technischen und biologischen Komplikationen an Zähnen, Implantaten und der Suprakonstruktion sowie Nachimplantationen zwischen der primären Implantation und der Nachuntersuchung wurden ebenfalls erfasst.

Die Studienkiefer wurden entsprechend ihrer Restbezahnung zum Zeitpunkt der Implantation klassifiziert [18]: ein Quadrant ist zahnlos (Klasse



**Abbildung 1** Konfiguration von Implantaten und Matrizen (Housings mit O-Ringen) des MDI-Systems. Bei dünner Mukosa werden Miniimplantate ohne Kragen verwendet.



**Abbildung 2** Postoperative Panoramaschichtaufnahme eines Patienten nach Pfeilvermehrung im Unterkiefer

0), in einem oder beide Quadranten sind entweder nur Schneidezähne vorhanden (1), oder aber der Eckzahn fehlt und nur ein Seitenzahn (2), der Eckzahn fehlt und zwei Seitenzähne (3), nur der Eckzahn und kein Seitenzahn (4) oder der Eckzahn und ein Seitenzahn (5) vorhanden.

Während der Nachuntersuchung erfolgte zunächst eine medizinische Anamnese, bei der Erkrankungen, Medikamente und die Rauchgewohnheiten erhoben wurden. Die Patienten wurden in Raucher, ehemalige Raucher, d.h. Beendigung des Rauchens 5 Jahre vor der Nachuntersuchung und Niemals-Raucher eingeteilt. Mit Hilfe eines validierten Befundbogens wurde die Zufriedenheit mit der prothetischen Versorgung im Studienkiefer nach dem deutschen Schulnotensystem mit 8 Fragen zur allgemeinen Zufriedenheit, Halt, Lagestabilität, Belastbar-

keit, Sprechen, Essen, Aussehen und Reinigbarkeit des Zahnersatzes ermittelt. Die Antworten konnten entsprechend einer Likert-Skala von sehr gut (1), gut (2), weder gut noch schlecht (3), schlecht (4) bis sehr schlecht (5) angekreuzt werden [1].

Außer dem Zahn- und prothetischen Status wurden folgende Parameter klinisch an Zähnen und Implantaten erhoben:

1. modifizierter Plaqueindex nach Mombelli [17] von Grad 0 (keine Plaque) bis Grad 3 (massive Plaque)
2. Sondierungstiefe: 4 Messpunkte (mesial, vestibulär distal, oral) vorsichtige Sondierung (< 0,2 N) mit der Parodontalsonde PCP-12 (Hufriedy)
3. Blutung auf Sondierung: ja/nein
4. Periotestwert (Periotest-Gerät, Medizintechnik Gulden, Deutschland): Die Messung erfolgt im

(Abb. 1: 3M Espe, jetzt condent Hannover)



**Abbildung 3** Klinisches Bild des Patienten aus Abbildung 2 und die umgearbeitete Prothese mit Housing

Charakteristikum	Männer (n = 22)		Frauen (n = 35)		Gesamt (n = 57)	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)
<b>Rauchverhalten</b>						
Niemals-Raucher	9	(40,9)	21	(60,0)	30	(52,6)
Ehemalige Raucher	10	(45,4)	6	(17,1)	16	(28,1)
Raucher	3	(13,6)	8	(22,8)	11	(19,3)
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	12	(54,5)	18	(51,4)	30	(52,6)
Diabetes mellitus	3	(13,6)	2	(5,7)	5	(8,8)
Antikoagulantien	7	(31,8)	7	(20,0)	14	(24,6)
Rheumatismus	0	(0)	5	(14,3)	5	(8,8)
Tumorerkrankungen	1	(4,5)	3	(8,6)	4	(7,0)
<b>Anzahl Medikamente pro Tag</b>						
0	9	(40,9)	8	(22,8)	17	(29,8)
1	5	(22,7)	8	(22,8)	13	(22,8)
2	3	(13,6)	6	(17,1)	9	(15,8)
3	2	(9,1)	3	(8,6)	5	(8,8)
> 3	3	(13,6)	10	(28,6)	13	(22,8)

**Tabelle 1** Charakteristika der Studienteilnehmer

rechten Winkel zu Implantaten (Mitte Kugelkopf). Je niedriger der Periotestwert, desto fester sind Implantate.

5. Resonanzfrequenzanalyse (Osstell, Göteborg, Schweden): Ein vom damaligen Hersteller der MDI entwickelter Smartpeg-Prototyp wird auf dem Kugelkopf aufgesteckt und mit einer Lateralschraube un-

terhalb des Kugeläquators befestigt (Abb. 4). Die handbediente Sonde stimuliert den Smartpeg. Die Resonanz wird vom Osstell-Messgerät aufgenommen. Der Implantatstabilitätsquotient (ISQ) gibt die Resonanzfrequenz (kHz) auf einer klinisch nutzbaren Skala von 1–100 ISQ an. Je höher der ISQ, desto fester ist das Implantat. Der

Smartpeg-Aufsatz wird erstmalig in einer klinischen Studie getestet. Referenzwerte liegen demzufolge noch nicht vor.

### Statistische Auswertung

Bei einigen Studienteilnehmern wurden beide Kiefer zu unterschiedlichen Zeitpunkten versorgt. Deshalb wurden Ober- und Unterkiefer



Abbildung 4 Smartpeg aufgeschraubt auf ein Miniimplantat bereit zur Oststell-Messung

Anzahl Implantate	Oberkiefer		Unterkiefer		Total	
	Anzahl	(%)	Anzahl	(%)	Anzahl	(%)
1	1	(4)	2	(5)	3	(5)
2	9	(36)	19	(46)	28	(42)
3	6	(24)	9	(22)	15	(23)
4	7	(28)	9	(22)	16	(24)
5	0	(0)	2	(5)	2	(3)
6	2	(8)	0	(0)	2	(3)
<b>Total</b>	<b>25</b>		<b>41</b>		<b>66</b>	

Tabelle 2 Anzahl der Implantate pro Kiefer zum Zeitpunkt der Erstimplantation

getrennt ausgewertet. Neben der deskriptiven Statistik wurden die Überlebenswahrscheinlichkeiten von Implantaten und Zähnen mit Kaplan-Meier-Analysen berechnet und Subgruppen mittels Log-Rank-Tests verglichen. Mögliche präspezifizierte Einflussfaktoren für Implantatverluste (Alter, Geschlecht, Lückengebissklassifikation, Rauchen, Diabetes mellitus, Belastungsmodus) wurden mit der Cox-Regressionsanalyse überprüft. Die verwendete Software war Stata/MP software, release 14.2 (Stata Corporation, College Station, TX, USA). Das Signifikanzniveau für statistische Tests wurde mit 0,05 festgelegt.

## Ergebnisse

### Patientencharakteristika

Von ursprünglich 98 Patienten (35 Männer, 63 Frauen) mit strategischen MI waren 28 nicht mehr erreichbar, darunter waren 9 Verstorbene, 11 schwer Erkrankte und 8 an einem anderen Ort und/oder unbekannt Verzogene. Von den verbliebenen 70 Patienten verweigerten 13 ihre Teilnahme an der Studie (18,6 % Dropout). Letztendlich wurden 57 Studienteilnehmer (35 Frauen, 22 Männer) mit 25 Oberkiefern und 41 Unterkiefern einbezogen. Die allgemeinen Charakteristika sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Alle Studienkiefer waren mit teleskopierendem Zahnersatz versorgt, darunter 9 Teilnehmer mit strategischen MI in beiden Kiefern. In den restlichen Gegenkiefern waren Teleskopprothesen ( $n = 12$ ), klammerverankerte Modellgussprothesen ( $n = 4$ ), totale Prothesen ( $n = 14$ , ausschließlich Oberkiefer), Geschiebeprothesen ( $n = 2$ ) oder festsitzende Versorgungen auf Zähnen ( $n = 15$ ) bzw. Implantaten ( $n = 1$ ) zu finden. In 42 Studienkiefern waren vor der Implantation in mindestens einem Quadranten kein Zahn (Klasse 0,  $n = 18$ ), ausschließlich Frontzähne (Klasse 1,  $n = 16$ ), höchstens ein Seitenzahn (Klasse 2,  $n = 7$ ) oder 2 Seitenzähne

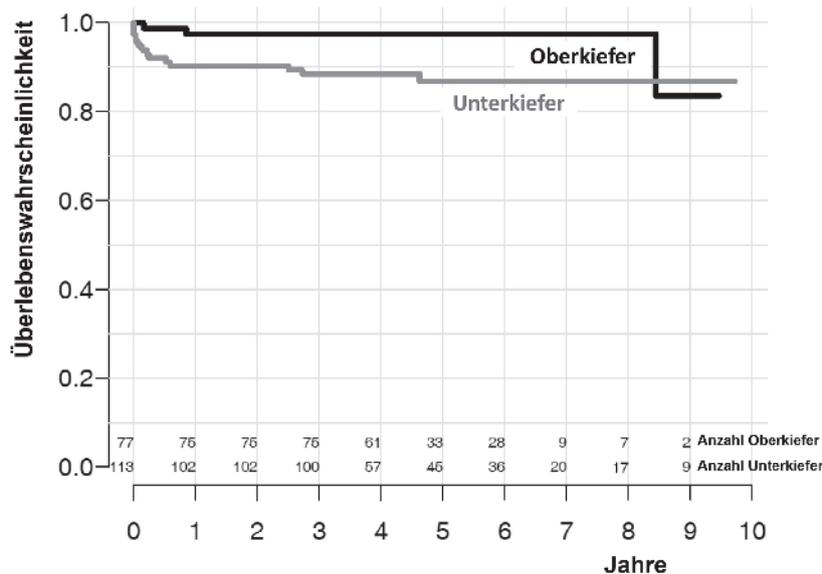


Abbildung 5 Überlebenswahrscheinlichkeiten der Implantate nach Kiefer

(Klasse 3, n = 1) vorhanden. In 24 Studienkiefern waren die Prothesen beidseitig wenigstens auf Eckzähnen abgestützt (Klassen 4 und 5).

Zum Zeitpunkt der Implantation im Oberkiefer betrug das durchschnittliche Alter der Teilnehmer 64 ± 9,7 Jahre und im Unterkiefer 66,4 ± 9,1 Jahre ohne relevante Geschlechtsunterschiede. Die Zeit zwischen Erstimplantation und Untersuchung betrug im Oberkiefer durchschnittlich 5,5 ± 1,8 Jahre und im Unterkiefer 5,3 ± 1,9 Jahre mit einer minimalen Dauer von 3,1 und einer

maximalen Dauer von 9,7 Jahren für beide Kiefer. Im Oberkiefer wurden 77 MI inseriert und im Unterkiefer 113 MI. Am häufigsten kamen in beiden Kiefern 2 Implantate zum Einsatz (Tab. 2).

Die MI mit Längen von 10 mm (n = 5) und 13 mm (n = 185) besetzten die Zahnregionen zwischen 15 und 25 und im Unterkiefer die Regionen zwischen 36 und 46 (insgesamt 10 Molarenimplantate). Am häufigsten wurde in den Regionen der 1. Prämolaren und der mittleren Schneidezähne implantiert. Im Ober-

kiefer hatten 61 MI einen Durchmesser von 2,4 mm, 10 von 2,1 mm und 6 von 1,8 mm. Im Unterkiefer hatten 88 MI einen Durchmesser von 1,8 mm, 20 MI einen Durchmesser von 2,1 mm und die restlichen 5 MI hatten einen Durchmesser von 2,4 mm. Bei 9 Oberkiefern (36 %) und 11 Unterkiefern (26,8 %) wurden die MI sofort mit den Housings belastet.

**Implantat- und Zahnüberleben/Nachsorgemaßnahmen**

Entsprechend der Kaplan-Meier-Analyse betrug die 5-Jahres-Überlebensrate der MI im Oberkiefer 97,4 % (3 Verluste wegen fehlender/verlorengegangener Osseointegration) und im Unterkiefer 86,9 % (13 Verluste wegen fehlender/verlorengegangener Osseointegration, eine Fraktur). Der Log-Rank-Test ohne Berücksichtigung der Personenebene ergab einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Kiefern (P = 0,0481). Wie in Abbildung 5 zu erkennen, war die überwiegende Mehrzahl der Verluste im ersten Jahr zu verzeichnen (n = 12). Ohne Berücksichtigung bei der statistischen Auswertung blieben 14 Nach- bzw. Reimplantationen nach Zahn- und/oder Implantatverlusten im Oberkiefer und 26 Nach- bzw. Reimplantationen im Unterkiefer.

Eine Cox-Regressionsanalyse über mögliche Einflussfaktoren für Verluste war aufgrund der Ereignis- und Patien-

		Hazard Ratio (95%-Konfidenzintervall)		
		Unterkiefer (14 Ereignisse; adjustiert nach 41 Cluster von Patienten)		
Risikofaktor	Referenz-Kategorie	Unadjustiert	Adjustiert nach Alter	Adjustiert nach Alter und Geschlecht
Alter (≥ 70 Jahre)	< 70 Jahre	0,73 (0,21–2,47)	---	0,76 (0,23–2,52)
Weibliches Geschlecht	Männlich	1,28 (0,39–4,23)	1,19 (0,37–3,77)	---
Lückengebiss-Klasse	Kontinuierlich	0,80 (0,58–1,12)	0,81 (0,58–1,11)	0,81 (0,58–1,13)
Rauchen	Niemals/Ex-Raucher	2,17 (0,64–7,30)	2,49 (0,60–10,4)	2,46 (0,61–10,0)
Diabetes mellitus	Nein	(0)	(0)	(0)
Spätbelastung	Sofortbelastung	4,49 (0,57–35,5)	4,46 (0,56–35,7)	4,51 (0,53–38,3)

Tabelle 3 Cox-Regressionsanalysen zu mögliche Faktoren für Implantatverluste

Kiefer	Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung	Min	1. Quartil	Median	3. Quartil	Max
Oberkiefer	76	2,7	1,0	1,0	2,0	3,0	3,0	8,0
Unterkiefer	105	2,3	1,2	1,0	2,0	2,0	3,0	10,0
Total	181	2,5	1,1	1,0	2,0	2,0	3,0	10,0

**Tabelle 4** Maximale Sondierungstiefen an den Implantaten

Kiefer	Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung	Min	1. Quartil	Median	3. Quartil	Max
Oberkiefer	93	3,5	1,1	1,0	3,0	3,0	4,0	8,0
Unterkiefer	151	3,0	1,1	1,0	2,0	3,0	4,0	10,0
Total	244	3,2	1,1	1,0	2,5	3,0	4,0	10,0

**Tabelle 5** Maximale Sondierungstiefen an den Zähnen

tenzahl nur für den Unterkiefer sinnvoll und ergab keine signifikanten Effekte von Alter, Geschlecht, Lückengebissklassifikation, Rauchen, Diabetes mellitus, Belastungsmodus auf Implantatverluste (Tab. 3). Diabetiker hatten keine Implantatverluste.

Im gesamten Untersuchungszeitraum gingen 19 von 106 Oberkieferzähnen und 18 von 170 Unterkieferzähnen verloren. Die 5-Jahres-Überlebensraten nach Kaplan-Meier der Zähne betrug im Oberkiefer 88,0 % und im Unterkiefer 88,9 %.

Keine der 66 Prothesen musste bis zur Nachuntersuchung erneuert werden. Die prothetischen Nachsorgemaßnahmen umfassten 8-mal den Austausch der O-Ringe, 26 Unterfütterungen in Verbindung mit Extraktionen oder Nachimplantationen, 9-mal Austausch von Prothesenzähnen und Reparaturen nach 17 Prothesenbasisfrakturen und 11 Frakturen von Teleskopverblendungen.

### Klinische Untersuchung

Im Oberkiefer waren 57 % der MI plaquefrei (Plaqueindex Grad 0), die anderen MI zeigten einen dünnen Plaquefilm (Grad 1). Von den Unterkieferimplantaten waren 39 % plaquefrei (0), 51 % hatten einen dünnen Plaquefilm (Grad 1), 9 % zeigten sichtbare (Grad 2) und 1 % massive Plaqueablagerungen (Grad 3). Von den verbliebenen Zähnen waren im

Studienoberkiefer 20 % und im Unterkiefer 25 % plaquefrei, jeweils 19 % wiesen sichtbare Plaque (Grad 2), jedoch kein Zahn massive Plaqueablagerungen auf.

Die maximalen Sondierungstiefen an den Implantaten waren im Mittel 2,5 mm und die der Zähne 3,2 mm mit etwas höheren Werten im Oberkiefer (Tab. 4 und 5).

Nach vorsichtiger Sondierung zeigten im Studienoberkiefer 58 % der Implantate und 34 % der Zähne und im Studienunterkiefer 40,5 % der Implantate und 37 % der Zähne eine Sulkusblutung.

Die Periotest-Messungen ergaben im Mittel mit  $5,3 \pm 5,6$  im Oberkiefer etwas niedrigere Werte im Vergleich zum Unterkiefer mit  $6,7 \pm 6,4$  (Abb. 6). Der Unterschied war nach einer Box-Cox-Transformation der Werte für eine symmetrische Verteilung statistisch nicht signifikant ( $P = 0,078$ ). An den Boxplots ist eine große Streuung nach oben zu beobachten, wobei Werte kleiner als 0 selten waren. Die mittleren ISQ-Werte (Osstell) waren im Oberkiefer mit  $38 \pm 9,4$  statistisch signifikant höher als im Unterkiefer mit  $33 \pm 10,9$  ( $P = 0,001$ ) (Abb. 7).

Werden Periotest- und Osstell-Werte miteinander korreliert, so liegen die Pearson-Korrelation bei  $-0,87$  und die Spearman-Korrelation bei  $-0,82$  als Zeichen für eine hohe Korrelation (Abb. 8). Weitere Analysen zei-

gen nach der Box-Cox-Transformation der Periotestwerte eine Interaktion zwischen Kiefer und Durchmesser ( $P = 0,0092$ ). Die höchsten Werte wiesen im Unterkiefer die 1,8 mm dicken Implantate auf ( $P = 0,0006$ ). Im Oberkiefer waren die Unterschiede der Periotestwerte zwischen den Implantatdurchmessern nicht signifikant ( $P = 0,5828$ ). Hier flossen jedoch nur 6 MI mit einem Durchmesser von 1,8 mm ein. Auch bei den Osstell-Werten gab es eine Interaktion zwischen Kiefer und Durchmesser ( $P = 0,0095$ ). Die 1,8 mm MI wiesen im Unterkiefer statistisch signifikant geringere Werte auf als die dickeren MI ( $P < 0,0001$ ). Im Oberkiefer waren die Differenzen wiederum zufällig ( $P = 0,5886$ ). Bei der Anwendung des Smartpeg-Aufsatzes traten wiederholt Probleme auf. Wenn die periimplantäre Mukosa sehr nahe bis an die Kugel reichte, war eine Fixierung des Aufsatzes mit der Lateralschraube nicht immer sicher zu kontrollieren.

### Zufriedenheit mit der prothetischen Versorgung

Die Bewertung einer Unterkieferprothese fehlt. Die überwiegende Mehrzahl der Studienteilnehmer beantwortete die einzelnen Fragen zur Zufriedenheit mit der prothetischen Versorgung des Studienkiefers mit sehr gut bzw. gut. Nur wenige waren nicht ganz so zufrieden und kein Stu-

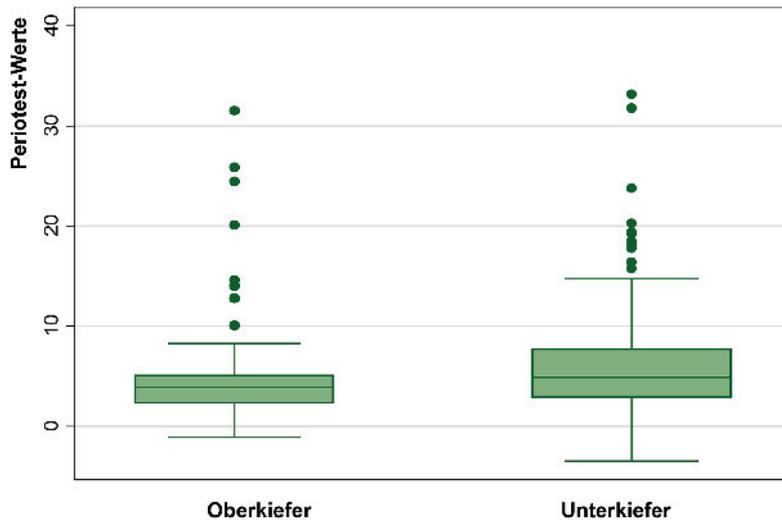


Abbildung 6 Boxplots der Periotest-Werte nach Kiefer

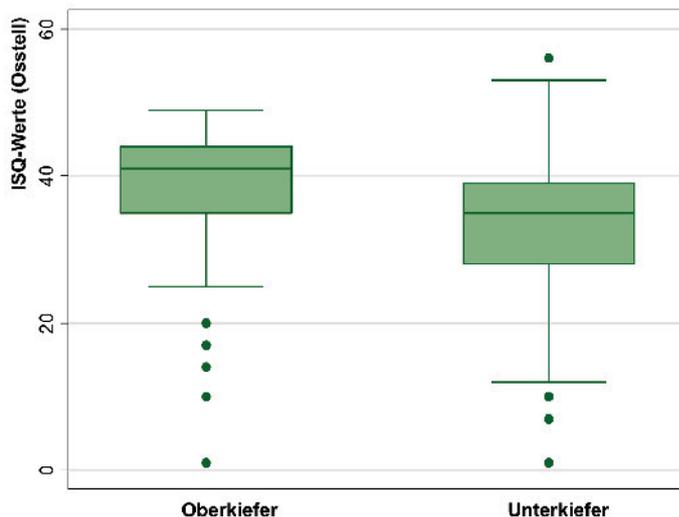
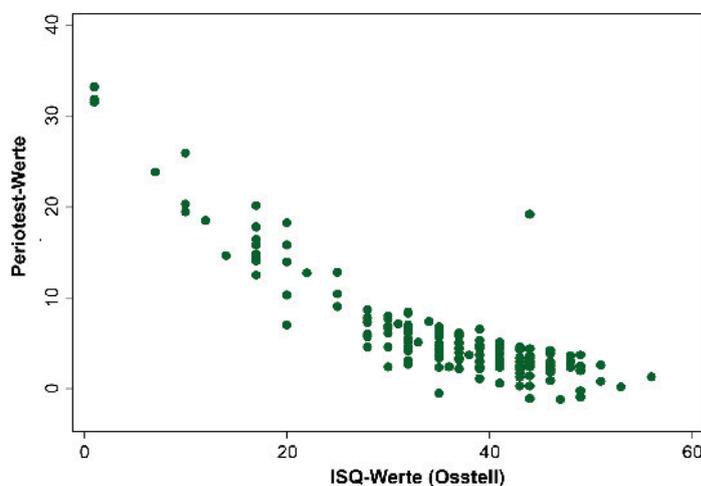


Abbildung 7 Boxplots der Implantatstabilitätsquotienten (ISQ-Ostell-)Werte nach Kiefer



(Abb. 2–8, Tab. 1–7: T. Mundt)

Abbildung 8 Grafische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Periotest-Werten und Implantatstabilitätsquotient: (ISQ-)Werten

dienteilnehmer unzufrieden (Tab. 6). Diese Bewertungen spiegeln sich in den Summenscores wieder. Fast die Hälfte der Studienteilnehmer mit Oberkiefer-Prothesen und ca. ein Drittel der Studienteilnehmer mit Unterkiefer-Prothesen beantworteten alle Fragen mit „sehr gut“, (Summenscore = 8, Tab. 7).

### Diskussion

Die Pfeilervermehrung mit MI unter vorhandenen Prothesen ist mittelfristig eine erfolgreiche Therapieoption. Überraschend war die geringere Überlebensrate der MI im Unterkiefer im Vergleich zum Oberkiefer. Der Nachsorgeaufwand am Zahnersatz war abgesehen von Reparaturen nach Basisfrakturen relativ gering, denn keine Prothese musste im Untersuchungszeitraum erneuert werden. Das Vorhandensein von Plaque (80 % der Zähne im Oberkiefer und 75 % im Unterkiefer), die Sondierungstiefen an den Zähnen (mehr als die Hälfte  $\geq 3$  mm) deuten auf parodontal vorgeschädigte Gebisse mit teilweise aktiven Entzündungen (Blutung auf Sondierung bei ca. ein Drittel der Zähne und etwa der Hälfte der MI) hin. Zur Messung der Implantatstabilität kann neben dem Periotestgerät auch das Osstell-Gerät mit entsprechenden Smartpegs verwendet werden. Die Werte an MI sind bei Periotest jedoch höher bzw. beim Osstell niedriger als bei Standarddurchmesser-Implantaten und werden zumindest im Unterkiefer zusätzlich vom Implantatdurchmesser der MI beeinflusst. Anamnestisch war die überwiegende Mehrzahl der Patienten sehr zufrieden bzw. zufrieden mit den prothetischen Versorgungen.

Wie jede retrospektive Studie hat auch die vorliegende Auswertung Limitationen, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen. Die parodontale Ausgangssituation war nicht bekannt. Regelmäßige röntgenologische Kontrollen lagen nicht vor. Die Verteilung der Restzähne in den Studienkiefern war sehr unterschiedlich und auch die Anzahl der zusätzlich inserierten MI war variabel, u.a. bedingt durch das vertikale Knochenangebot in dorsalen Kieferbereichen [8, 23, 24]. Das Untersuchungskollektiv war

Item	Oberkiefer: Anzahl der Antworten n (%)						Unterkiefer: Anzahl der Antworten n (%)					
	Sehr gut		Gut		Weder gut noch schlecht		Sehr gut		Gut		Weder gut noch schlecht	
Zufriedenheit global	20	(80)	5	(20)	0	(0)	28	(70)	11	(27)	1	(3)
Halt	20	(80)	5	(20)	0	(0)	31	(77)	9	(22)	0	(0)
Lagesicherheit	17	(68)	7	(28)	1	(4)	30	(75)	10	(25)	0	(0)
Belastbarkeit	20	(80)	3	(12)	2	(8)	29	(73)	11	(27)	0	(0)
Sprechen	21	(84)	4	(16)	0	(0)	35	(87)	5	(13)	0	(0)
Essen	18	(72)	6	(24)	1	(4)	29	(73)	11	(27)	0	(0)
Aussehen	14	(56)	11	(44)	0	(0)	25	(62)	15	(38)	0	(0)
Reinigbarkeit	15	(60)	9	(36)	1	(4)	20	(50)	20	(50)	0	(0)

**Tabelle 6** Antworten auf die Fragen zur Zufriedenheit der Studienteilnehmer mit den Prothesen nach Kiefer

breit gefächert, darunter auch Patienten mit Grunderkrankungen, Raucher oder bruxierende Untersuchungsteilnehmer. Zudem war das Inanspruchnahmeverhalten der Patienten für zahnärztliche Kontrollen laut der retrospektiven Karteikartenanalyse sehr differiert.

Letztere Aspekte können gleichzeitig als Stärke der Studie angesehen werden, denn die Ergebnisse spiegeln die Performance der MI und ihrer prothetischen Versorgungen unter normalen Praxisbedingungen ohne vorherige Selektion wieder. Die Daten wurden von einem Zahnarzt mit mehr als 20 Jahren Berufserfahrung erhoben, der bis zum Untersuchertraining vor Studienbeginn keine Erfahrungen mit MI gesammelt hat. Weitere Stärken sind die minimale (3 Jahre) und mittlere Beobachtungszeit (5,5 Jahre), denn Studien zu MI mit wenigstens 5 Jahren Dauer sind immer noch selten [9, 23, 26, 27]. Trotz des grundlegenden retrospektiven Designs wurden alle Implantate klinisch untersucht und die aktuelle subjektive Zufriedenheit mit der prothetischen Versorgung mittels eines validierten Messinstruments erhoben [1].

Die 5-Jahres-Überlebensrate der MI von 86,9 % im Unterkiefer ist niedriger als in bisherigen Studien zu

MI-gestützten Deckprothesen bei Zahnlosigkeit mit 2- bis 5-Jahres-Raten von 93–100 % [9, 12, 23, 24]. Mögliche Ursachen hierfür sind: Erstens kann die die parodontale Entzündung der verbliebenen Zähne erwiesenermaßen die Osseointegration negativ beeinflussen und zu Implantatverlusten oder Periimplantitis führen [10]. Zweitens, in den MI Studien zu zahnlosen Unterkiefern trugen alle Patienten im Oberkiefer totale Prothesen im Gegensatz zur vorliegenden Studie, in der neben 14 totalen Prothesen 20 Teilprothesen und 6 festsitzende Versorgungen im Oberkiefer vorhanden waren. Dies könnte zu einer Überlastung der MI in der Einheilphase führen. Die hohe Verlustrate im ersten halben Jahr nach Insertion im Unterkiefer unterstützt diese Vermutung.

Im Gegensatz zu prospektiven Studien mit MI Verlustraten bis zu über 30 % nach 2–3 Jahren im zahnlosen Oberkiefer [8, 14, 24] betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit in der vorliegenden Studie mit insgesamt 3 Verlusten 97,4 % nach 5 Jahren. In den oben genannten prospektiven Studien wurden alle MI unabhängig von der Knochenqualität bzw. dem Eindrehmoment mit den Housings sofort belastet. In der vorliegenden Studie wurden 64 % der Oberkiefer-

Teilprothesen über den Kugelköpfen ausgefräst und weichbleibend unterfüttert. Die MI wurden mit den Housings erst nach 3 bis 4 Monaten belastet, ähnlich wie in einer anderen retrospektiven Studie, in der das MI-Überleben im zahnlosen Oberkiefer 94,3 % betrug [20]. Für die Cox-Regressionsanalyse zur Ermittlung potenzieller Risiken für Implantatverluste im Unterkiefer waren die Subgruppen schwach besetzt. Die Konfidenzintervalle der Hazard-Ratios deuten auf einen möglichen negativen Einfluss des Rauchens und der zunächst weichbleibenden Unterfütterung bzw. der schlechten Knochenqualität auf das Implantatüberleben hin.

Die 5-Jahres-Zahnverlustraten von 12 % im Ober- und 11 % im Unterkiefer gleichen der 6,5-Jahres-Verlustrate der Pfeilerzähne (11 %) in einer ähnlichen Studie zur nachträglichen Pfeilervermehrung mit Standarddurchmesser-Implantaten und Kugelkopfverankerungen bei 6 Ober- und 5 Unterkiefer-Teleskopprothesen [16]. In dieser Studie ging jedoch keines der spätbelasteten Implantate verloren. Ähnliche Ergebnisse zeigen 2 aktuelle systematische Übersichtsarbeiten über kombiniert zahn- und implantatgestützte Teilprothesen. Die 1- bis 10-Jahres-Überlebensraten der Implantate betragen 92–100 % und

Summenscore	Oberkiefer		Unterkiefer	
	n	(%)	n	(%)
8	11	(44)	14	(35)
9	2	(8)	9	(22,5)
10	5	(20)	3	(7,5)
11	0	(0)	1	(2,5)
12	1	(4)	5	(12,5)
13	0	(0)	0	(0)
14	2	(8)	3	(7,5)
15	2	(8)	2	(5)
16	1	(4)	3	(7,5)
17	1	(4)	0	(0)
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>(100)</b>	<b>40</b>	<b>(100)</b>

**Tabelle 7** Summenscores aus den Fragen zur Zufriedenheit der Studienteilnehmer mit den Prothesen nach Kiefer

die der Zähne 79–100 % mit Klammern, Kugelankern oder Doppelkronen als Halteelemente [2] und die berechneten 95 % Konfidenzintervalle 97–100 % für Implantate und 85–98 % für Zähne bei ausschließlich Doppelkronen auf Zähnen und Implantaten [15].

Unter den prothetischen Nachsorgemaßnahmen sind 26 Unterfütterungen bei insgesamt 66 Prothesen mit einer durchschnittlichen Beobachtungsdauer von 5,5 Jahren vergleichbar mit der oben schon erwähnten Studie, bei der konventionelle Implantate nachträglich zur Pfeilervermehrung bei Doppelkronenprothesen mit Kugelankern spätbelastet wurden [16]. In dieser Studie wurden 6 von 11 Prothesen unterfüttert. Doch im Gegensatz zu der vorliegenden Studie mit nur 8 O-Silikoning-Wechseln zur Retentionsverbesserung wurden alle Matrizeninserts der Standard-Implantate mehrmals adjustiert und im Laufe der 6,5 Jahre teilweise sogar mehrmals ausgetauscht. Dies ist mit dem unterschiedlichen Retentions- und Abnut-

zungsmechanismus der beiden Matrizenotypen zu erklären. Hingegen waren die Anzahl der Prothesenbasis-, Verblendungs- und Ersatzzahnreparaturen zwischen beiden Studien vergleichbar und betraf ca. die Hälfte der Prothesen. Es ist zu vermuten, dass die nachträgliche Einarbeitung der Matrizen in eine vorhandene Prothese zu einer Basis- und Gerüstschwächung führen kann.

In der vorliegenden Studie wurden nach 37 Zahnextraktionen und 17 MI-Verlusten insgesamt 40-mal an gleicher oder anderer Stelle bei insgesamt 18 Studienteilnehmern re- bzw. nachimplantiert, sodass in vielen Fällen die strategisch wichtigen Positionen zur Prothesenretention wieder besetzt werden konnten. Einerseits ist dies wiederum ein operativer Eingriff, andererseits kannten die Patienten diese minimalinvasive Chirurgie mit geringer postoperativer Morbidität [12, 14, 26], bei der auch die Kosten überschaubar bleiben.

Die klinischen Daten deuten auf eine Patienten Klientel mit parodontaler Vorschädigung der Restbezah-

nung und zahlreichen aktiven Entzündungen hin (Blutung auf Sondierung an mehr als ein Drittel der Zähne). Weniger als ein Viertel der Zähne waren plaquefrei und mehr als die Hälfte zeigten maximale Sondierungstiefen  $\geq 3$  mm. Dass ca. die Hälfte der MI Blutung auf Sondierung aufwies sollte vorsichtiger gewertet werden, denn bei gesunder periimplantärer Mukosa kann dies auch bei vorsichtiger Sondierung durch eine Verletzung der Mukosa verursacht worden sein [11].

Die Festigkeitsmessungen ergaben bei den MI höhere Periotest-Werte (Interquartilbereich 2–7) und niedrigere ISQ-Werte (30–43) durch die Resonanzfrequenzanalyse als osseointegrierte Standarddurchmesser-Implantate (Periotest:  $< 1$ , ISQ:  $> 60$ ) [22]. Nach Herstellerangaben würden diese Werte auf eine unzureichende Osseointegration hinweisen. Die Periotest-Werte liegen im Bereich, wie sie Stepanovic et al. [25] als Mittelwert =  $6 \pm 6$  für osseointegrierte 1,8 mm dicke MI im zahnlosen Unterkiefer angegeben haben. In einer weiteren Studie mit 1,8 mm MI wurde hingegen ein Periotest-Mittelwert von  $-3,7$  gefunden [7]. Es könnte sein, dass in der letztgenannten Studie der Stößel des Periotestgerätes nicht auf die Kugelmitte, sondern auf die Vierkantbasis gerichtet wurde und dadurch Rückschwingungen mit einer kleineren Amplitude entstanden.

Die kleineren Osstell-Werte sind mit Messungen an kieferorthopädischen MI (2 x 9 mm) vergleichbar, die einen speziellen axial verschraubten Smartpeg verwendeten [21]. Sie liegen jedoch ca. 30–40 % unter den Werten, die mit einem ähnlichen Smartpeg-Prototyp aber identischen MI wie in der vorliegenden Studie nach der Insertion in Unterschenkelknochen von Hasen ermittelt wurden [5]. Die Verbindung dieses Smartpegs zum Implantat erscheint stabiler. Sein Aufsatz liegt dem Insertionsvierkant des MI passgenau an und überbrückt somit den dünnen Hals, der die Kugel trägt. Dies könnte die relativ hohen Osstell-Werte von ca. 60 erklären, die im Bereich von Standard-Implantaten lagen. Die hohe Streuung der Werte mit breitem Interquartilbereich

der Osstell-Messungen in der vorliegenden Studie ist u.a. auf die mitunter unsichere Fixierung des Smartpegs durch die Lateralschraube bei tiefer MI-Insertion zurückzuführen. Weitere Studien zur Validierung der Osstell-Messungen mit einem optimierten Smartpeg-Aufsatz für MI mit Kugelkopf sind erforderlich.

Die geringeren Festigkeitswerte der MI im Vergleich zu den konventionellen Implantaten sind wahrscheinlich auf die Dimensionsunterschiede zurückzuführen. Gestützt wird diese Vermutung durch den Trend zu einer höheren Festigkeit der Oberkiefer-MI im Vergleich zum Unterkiefer, denn im Oberkiefer kamen hauptsächlich die 2,4 mm-MI zum Einsatz. Darüber hinaus zeigten im Unterkiefer die 1,8 mm-MI höhere Periotest- und geringere ISQ-Werte als die 2,1 und 2,4 mm-MI. Im Oberkiefer kamen nur insgesamt 6 MI mit einem Durchmesser von 1,8 mm zum Einsatz.

Als subjektiver Parameter wurde die Patientenzufriedenheit mit der prothetischen Versorgung gewählt. Die überwiegend sehr guten bis guten Werte entsprechend dem deutschen Schulnotensystem decken sich mit longitudinalen Studien, in denen die Patientenzufriedenheit nach ähnlichen Kriterien (allgemeine Zufriedenheit, Komfort, Stabilität, Hygienefähigkeit, Ästhetik, Kauvermögen) wie in der vorliegenden Studie spürbar anstieg, nachdem Freiendprothesen mit posterioren Implantaten abgestützt werden [4]. In einer anderen Studie war nach Pfeilervermehrungen mit Standarddurchmesser-Implantaten bei wenigen Restzähnen nicht nur das subjektive Kauvermögens verbessert, sondern auch die objektiv gemessene Kaueffizienz mit einer Testnahrung [31].

### Schlussfolgerung

Mit den Limitationen einer retrospektiven Untersuchung ist die Verwendung von MI zur nachträglichen Stabilisierung von Doppelkronenprothesen eine mittelfristig erfolgreiche Therapieoption unter Bedingungen einer allgemeinärztlichen Praxis. Der Nachsorgeaufwand war abgesehen von einigen Bruchreparaturen gering. Keine Prothese musste er-

neuert werden. Bei Zahn- oder Implantatverlusten wurde vielfach nachimplantiert. Die Festigkeitswerte mit Periotest- und Resonanzfrequenzanalyse waren bei MI geringer als bei Standarddurchmesser-Implantaten. Die überwiegende Mehrheit der Patienten war mit den prothetischen Versorgungen sehr zufrieden. Prospektive randomisierte Studien zu MI in dieser Indikation sind erforderlich.

### Interessenkonflikte

Der Erstautor verwendet das Implantatsystem bei der zahnärztlichen Therapie und erhält Honorare für Vorträge und Weiterbildungen zu Miniimplantaten u.a. auch vom Hersteller der Implantate. Bei den Koautoren bestehen keine Interessenkonflikte.

### Literatur

1. Al Jaghsi A, Mundt T, Kohlmann T et al.: Development and testing of satisfaction questionnaires for patients with removable dental prostheses. *Quintessence Int* 2017; 48: 487–496
2. Bassetti RG, Bassetti MA, Kuttenberger J: Implant-assisted removable partial denture prostheses: a critical review of selected literature. *Int J Prosthodont* 2018; 31: 287–302
3. Bernhart G, Koob A, Schmitter M, Gabbert O, Stober T, Rammelsberg P: Clinical success of implant-supported and tooth-implant-supported double crown-retained dentures. *Clin Oral Investig* 2012; 16: 1031–1037
4. de Freitas RF, de Carvalho Dias K, da Fonte Porto Carreiro A, Barbosa GA, Ferreira MA: Mandibular implant-supported removable partial denture with distal extension: a systematic review. *J Oral Rehabil* 2012; 39: 791–798
5. Dhaliwal JS, Albuquerque RF, Jr., Fakhry A, Kaur S, Feine JS: Customized SmartPeg for measurement of resonance frequency of mini dental implants. *Int J Implant Dent* 2017; 3: 4
6. Disha V, Celebic A, Rener-Sitar K, Kovacic I, Filipovic-Zore I, Persic S: Mini dental implant-retained removable partial dentures: treatment effect size and 6-months follow-up. *Acta Stomatol Croat* 2018; 52: 184–192
7. Elyad MA, Gebreeel AA, Fouad MM, Elshoukoui AH: The clinical and radiographic outcome of immediately loaded

mini implants supporting a mandibular overdenture. A 3-year prospective study. *J Oral Rehabil* 2011; 38: 827–834

8. Elyad MA, Ghoneem NE, El-Sharkawy H: Marginal bone loss around unsplinted mini-implants supporting maxillary overdentures: a preliminary comparative study between partial and full palatal coverage. *Quintessence Int* 2013; 44: 45–52
9. Enkling N, Haueter M, Worni A, Müller F, Leles CR, Schimmel M: A prospective cohort study on survival and success of one-piece mini-implants with associated changes in oral function: five-year outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2019; 30: 570–577
10. Ferreira SD, Martins CC, Amaral SA et al.: Periodontitis as a risk factor for peri-implantitis: systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Dent* 2018; 79: 1–10
11. Gerber JA, Tan WC, Balmer TE, Salvi GE, Lang NP: Bleeding on probing and pocket probing depth in relation to probing pressure and mucosal health around oral implants. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 75–78
12. Jawad S, Clarke PT: Survival of mini dental implants used to retain mandibular complete overdentures: systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019; 34: 343–356
13. Kaufmann R, Friedli M, Hug S, Mericske-Stern R: Removable dentures with implant support in strategic positions followed for up to 8 years. *Int J Prosthodont* 2009; 22: 233–241; discussion 242
14. Lemos CA, Verri FR, Batista VE, Junior JF, Mello CC, Pellizzer EP: Complete overdentures retained by mini implants: a systematic review. *J Dent* 2017; 57: 4–13
15. Lian M, Zhao K, Feng Y, Yao Q: Prognosis of combining remaining teeth and implants in double-crown-retained removable dental prostheses: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2018; 33: 281–297
16. Marotti J, Gatzweiler B, Wolfart M, Sasse M, Kern M, Wolfart S: Implant placement under existing removable dental prostheses and the effect on follow-up and prosthetic maintenance. *J Prosthodont* 2019; 28: e752–e763
17. Mombelli A, van Oosten MA, Schurch E, Jr., Land NP: The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol* 1987; 2: 145–151
18. Mundt T, Al Jaghsi A, Schwahn B et al.: Immediate versus delayed loading of strategic mini dental implants for the stabilization of partial removable dental prostheses: a patient cluster randomized,

parallel-group 3-year trial. BMC Oral Health 2016; 17: 30

19. Mundt T, Lucas C, Biffar R, Heine-mann F: Stabilisierung von Teilprothesen mit Mini-Implantaten – zwei Fallberichte. Dtsch Zahnärztl Z 2015; 70: 416–124

20. Mundt T, Schwahn C, Stark T, Biffar R: Clinical response of edentulous people treated with mini dental implants in nine dental practices. Gerodontology 2015; 32: 179–187

21. Nienkemper M, Wilmes B, Pauls A, Drescher D: Mini-implant stability at the initial healing period: a clinical pilot study. Angle Orthod 2014; 84: 127–133

22. Oh JS, Kim SG: Clinical study of the relationship between implant stability measurements using Periotest and Osstell mentor and bone quality assessment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2012; 113: e35–40

23. Park JH, Lee JY, Shin SW: Treatment outcomes for mandibular mini-implant-retained overdentures: a systematic review. Int J Prosthodont 2017; 30: 269–276

24. Preoteasa E, Imre M, Preoteasa CT: A 3-year follow-up study of overdentures retained by mini-dental implants. Int J Oral Maxillofac Implants 2014; 29: 1170–1176

25. Scepanovic M, Todorovic A, Markovic A et al.: Immediately loaded mini dental implants as overdenture retainers: 1-year cohort study of implant stability and peri-implant marginal bone level. Ann Anat 2015; 199: 85–91

26. Schiegnitz E, Al-Nawas B: Narrow-diameter implants: a systematic review and meta-analysis. Clin Oral Implants Res 2018; 29 (Suppl 16): 21–40

27. Schwindling FS, Schwindling FP: Mini dental implants retaining mandibular overdentures: a dental practice-based retrospective analysis. J Prosthodont Res 2016; 60: 193–198

28. Threeburuth W, Aunmeungtong W, Khongkhunthian P: Comparison of immediate-load mini dental implants and conventional-size dental implants to retain mandibular Kennedy class I removable partial dentures: a randomized clinical trial. Clin Implant Dent Relat Res 2018; 20: 785–792

29. Walton JN, MacEntee MI: Choosing or refusing oral implants: a prospective study of edentulous volunteers for a clinical trial. Int J Prosthodont 2005; 18: 483–488

30. Wolfart S, Moll D, Hilgers RD, Wolfart M, Kern M: Implant placement under existing removable dental prostheses and its effect on oral health-related quality of

life. Clin Oral Implants Res 2013; 24: 1354–1359

31. Wolfart S, Wolf K, Brunzel S, Wolfart M, Caliebe A, Kern M: Implant placement under existing removable dental prostheses and its effect on masticatory performance. Clin Oral Investig 2016; 20: 2447–2455



(Foto: T. Mundt)

**PROF. DR. TORSTEN MUNDT**  
Universitätsmedizin Greifswald  
Zentrum für Zahn-, Mund-  
und Kieferheilkunde  
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik,  
Alterszahnheilkunde und  
medizinische Werkstoffkunde  
Walther-Rathenau-Str. 42a,  
D-17475 Greifswald  
mundt@uni-greifswald.de

## Autorinnen und Autoren für wissenschaftliche Beiträge gesucht

- Beschäftigen Sie sich mit einem zahnärztlichen Thema besonders intensiv?
- Möchten Sie andere an Ihrem Wissen und Ihren Erfahrungen teilhaben lassen?
- Dann schreiben Sie eine Originalarbeit, einen Übersichtsartikel oder einen Fallbericht für die DZZ – gerne in deutscher Sprache.

Nähere Informationen zum Aufbau eines wissenschaftlichen Beitrages finden Sie unter:

<https://www.online-dzz.de/autorengutachter/>

Wir beraten Sie gern! Wenn Sie eine Idee für einen wissenschaftlichen Beitrag haben, melden Sie sich gerne bei der DZZ-Schriftleitung. Unsere Kontaktdaten finden Sie auf der neuen Webseite unter

<https://www.online-dzz.de/schriftleitung/>