

S. Rinke¹, S. Schmidt¹, H. Schliephake²

Retrospektive Studie zur klinischen Bewährung von Einzelzahnimplantaten im Unterkiefer-Molarenbereich

Zwischen 11/1997 und 12/2005 wurden 69 Patienten (35 männl., 34 weibl.) mit 110 Implantaten (Ankylos, Dentsply Friadent GmbH) zum Ersatz von Unterkiefermolaren in einer zahnärztlichen Praxis versorgt und in jährlichen Abständen nachuntersucht.

Die Überlebensrate nach Kaplan-Meier betrug 98,1 % nach 48 Monaten (mittlerer klinischer Beobachtungszeitraum: $36,3 \pm 24,5$ Monate), die Erfolgsrate (n. Albrektsson) betrug 96,5 %. Prothetische Komplikationen traten bei 9 % der Restaurationen auf, wobei Frakturen der Verblendkeramik das häufigste Ereignis darstellten. 96,3 % der befragten Patienten würden sich mit Sicherheit wieder für eine Implantation entscheiden. Eine Empfehlung für Implantate würden 80,95 % der Patienten ohne Einschränkungen aussprechen. Die ästhetische Qualität des Behandlungsergebnisses wurde von allen Patienten mit sehr gut (69,8 %) oder gut (30,2 %) bewertet. Die kaufunktionelle Rehabilitation bewerteten 95,3 % der Patienten mit sehr gut oder gut.

Unter Berücksichtigung der Überlebens- und Erfolgsrate der Implantate kann die Verwendung von Einzelzahnimplantate im Unterkiefer-Molarenbereich als zuverlässige Behandlungsoption zur Anwendung in einer Privatpraxis eingestuft werden, die eine sehr hohe Patientenzufriedenheit generiert.

Schlüsselwörter: Einzelzahnimplantate, Erfolgsrate, Überlebensrate, prothetische Komplikation, Patientenzufriedenheit

Retrospective study on the clinical viability of single-tooth implants in the molar region of the mandible

Between November 1997 and December 2005 a total of 110 implants (Ankylos, Dentsply Friadent GmbH, Mannheim, Germany) were placed in 69 patients (35 male, 34 female) to replace molars in the mandible. All implants were placed in the same dental practice; patients underwent an annual recall.

The survival rate according to Kaplan-Meier was 98.1% after 48 months (mean clinical observation period: 36.3 ± 24.5 months), the success rate according to Albrektsson was 96.5%. Prosthetic complications occurred in 9% of the restorations; the most frequent complications were fractures of the facing porcelain. 96.3% of patients surveyed would definitely opt for implant treatment again. 80.95% of patients would recommend implants without reservations. The esthetic quality of the treatment outcome was assessed by all patients as "very good" (69.8%) or "good" (30.2%). Rehabilitation of masticatory function was assessed by 95.3% of the patients as "very good" or "good".

Taking into consideration the survival rate and success rate of the implants the use of single-tooth implants in the molar region of the mandible can be classed as a reliable treatment option for use in private practice that ensures a high degree of patient satisfaction.

Keywords: single-tooth implants, success rate, survival rate, prosthetic complications, patient satisfaction

¹ Zahnärztliche Gemeinschaftspraxis Dr. S. Rinke & S. Schmidt, Geleitstr. 68, 63456 Hanau

² Klinik für MKG-Chirurgie, Universität Göttingen, Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen

¹ Dental Group Practice Dr. S. Rinke & S. Schmidt, Geleitstr. 68, 63456 Hanau, Germany

² Oral and Maxillofacial Surgery Department, University of Göttingen, Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen, Germany

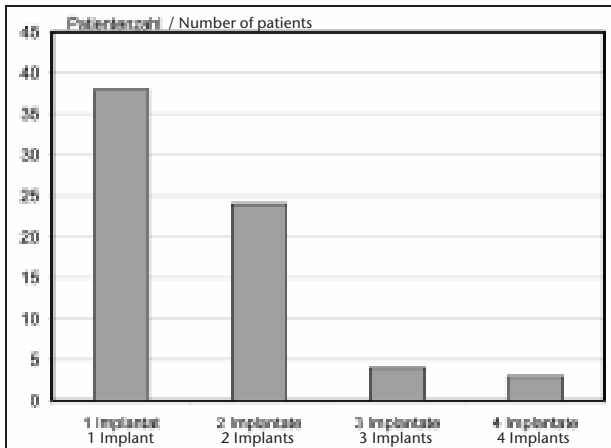


Abbildung 1 Verteilung der eingebrachten Implantate nach Implantatgrößen (A = Durchmesser 3,5 mm, B = Durchmesser 4,5 mm, 8–14= Implantatlängen).

Figure 1 Distribution of placed implants according to implant size (A = diameter 3.5 mm, B = diameter 4.5 mm, 8–14= implant lengths).

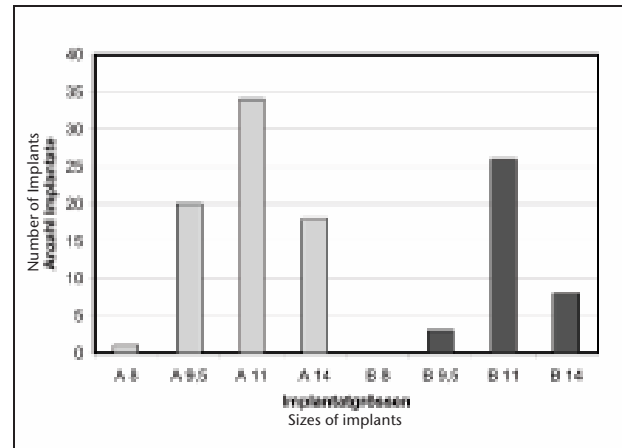


Abbildung 2 Verteilung der eingebrachten Implantate nach Implantatgrößen (A = Durchmesser 3,5 mm, B = Durchmesser 4,5 mm, 8–14= Implantatlängen).

Figure 2 Distribution of placed implants according to implant size (A = diameter 3.5 mm, B = diameter 4.5 mm, 8–14= implant lengths).

1 Einleitung

Implantatgestützte Einzelzahnrestaurationen wurden in zahlreichen Studien hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit im Frontzahnbereich untersucht. Im kurz- bis mittelfristigen Beobachtungszeitraum zeigten sich Erfolgssicherheiten, die mit den Erfolgsraten in anderen Implantatindikationen vergleichbar sind [2, 3, 18, 19, 21]. Insbesondere für den Einsatz im Molarenbereich existieren jedoch nur wenige Studien. Diese Untersuchungen zeigten teilweise reduzierte Erfolgsraten für den Molarenersatz [4, 7] als auch eine Häufung prothetischer Komplikationen [4].

Ziel der vorliegenden Studie war die retrospektive Beurteilung von Ankylos-Implantaten als Einzelzahnimplantat zum Molarenersatz unter den Bedingungen einer privaten Praxis. Die Ergebnisse bereits vorliegender Untersuchungen zum Einzelzahnersatz sollten durch die Untersuchung einer größeren Stichprobe mit einer spezifischen Indikation (Molarenersatz) bei einem Beobachtungszeitraum von mehr als drei Jahren ergänzt werden. Neben der Erhebung objektiver klinischer Befunde zur Bestimmung der Überlebens- und Erfolgswahrscheinlichkeit soll auch die subjektive Dimension der Patientenzufriedenheit erhoben werden, um ein möglichst umfassendes Abbild des Therapieerfolges zu erhalten.

2 Material und Methode

2.1. Studiendesign

Die vorliegende Untersuchung weist das Design einer retrospektiven praxisbasierten Studie auf. Sämtliche Behandlungen wurden in einer Praxis von einem seit mehreren Jahren implantologisch tätigen Zahnarzt durchgeführt. Die Daten wurden ausschließlich an Versorgungen eines Implantattypes (Ankylos, Dentsply Friadent GmbH, Mannheim) in einem definierten Indikationsbereich (Molarenersatz im Unterkiefer)

1 Introduction

Implant-supported single-tooth restorations have been examined in numerous studies with regard to their use in the anterior region. In short-term to medium-term observation periods success rates were recorded, which were comparable to those in other indications for implant treatment [2, 3, 18, 19, 21]. There are only a few studies, however, specifically involving use in the molar region. In some cases these studies reported reduced success rates for use in the molar region [4, 7] and also an increased number of prosthetic complications [4].

The aim of the present study was to evaluate retrospectively the use of Ankylos implants as single-tooth implants for replacing molars under private practice conditions. A study of a large sample involving a specific indication (molar replacement) with an observation period of more than three years was intended to supplement the results of existing studies on single-tooth restorations. In addition to ascertaining clinical findings to determine survival and success probabilities, a survey of patient satisfaction was conducted in order to obtain as comprehensive an image of treatment success as possible.

2 Material and methods

2.1. Study design

The present study was designed as a retrospective practice-based study. All treatment was completed in one practice by a dentist with several years of experience in implantology. Data was collected solely on restorations with one type of implant (Ankylos, Dentsply Friadent GmbH, Mannheim) in one specific area of indication (molar replacement in the mandible) during annual recall examinations of patients fitted with a pro-

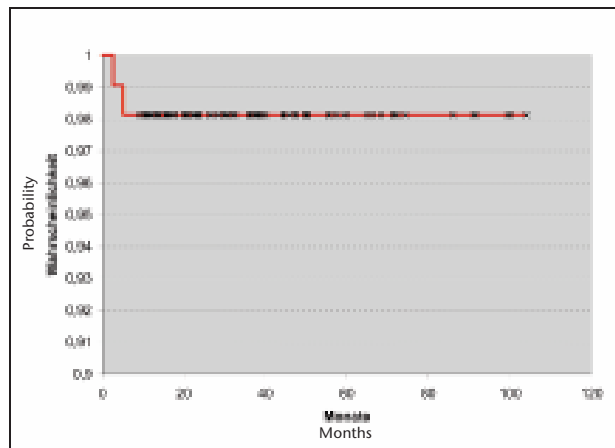


Abbildung 3 Überlebenswahrscheinlichkeit der inserierten Implantate nach dem In-situ-Kriterium (Kaplan-Meier-Methode).

Figure 3 Survival probability of placed implants according to the in situ criterion (Kaplan-Meier method).

während der jährlichen Kontrolluntersuchungen der prothetisch versorgten Patienten erfasst. Die Implantatinsertion, Freilegung und prothetische Versorgung erfolgten gemäß dem Standardprotokoll des Herstellers. Die Suprakonstruktion wurde generell als provisorisch zementierte metallkeramische Einzelkronen ausgeführt, wobei eine Kombination aus einer hochgoldhaltigen Legierung und einer niedrig schmelzenden Keramik (Golden-Gate-System, DeguDent GmbH, Hanau) verwendet wurde. Sämtliche in der Untersuchung verwendeten Medizinprodukte sind CE-gekennzeichnet und wurden bestimmungsgemäß in freigegeben Indikationen angewendet.

2.2. Patientengut

Im Zeitraum von November 1997 bis Dezember 2005 wurden auf der Basis der genannten Kriterien insgesamt 69 Patienten (35 männlich und 34 weiblich) mit Ankylos-Einzelzahnimplantaten zum Ersatz erster oder zweiter unterer Molaren versorgt. Insgesamt wurden 110 Implantate inseriert. 38 Patienten erhielten lediglich ein Implantat (55,0 %), während 24 Patienten zwei Implantate erhielten (34,7 %). 10,3 % der Patienten wurden mit drei oder vier Implantaten versorgt (Abb. 1). Im Mittel wurden 1,6 Implantate pro Patient inseriert.

Nahezu 75 % der Implantate wurden zum Ersatz eines ersten unteren Molaren inseriert (Abb. 1). Bei der Verteilung der Implantatgrößen zeigte sich, dass überwiegend Implantate der Durchmesser 3,5 und 4,5 mm mit einer Länge von 11 mm inseriert wurden. Diese beiden Implantatgrößen (A11 + B11) machten 54 % der eingebrachten Implantate aus. In 26 Fällen wurden Implantate der Länge 14 mm (A14 + B14) inseriert (23,6 %). Lediglich in einem Fall wurde ein 8 mm langes Implantat verwendet (Abb. 2). Die Stichprobe umfasste 35 männliche und 34 weibliche Patienten im Durchschnittsalter von 51 ± 11 Jahren. Die Altersgruppe der Patienten zwischen 50 und 59 Jahren war mit einem Anteil von 31,3 % der behandelten Patienten am stärksten besetzt. 20 % der behandelten Patienten waren zwischen 30 und 39 Jahre alt während 7,4 % der behandelten Patienten aus der Altersgruppe zwischen 70 und 79 Jahren stammten.

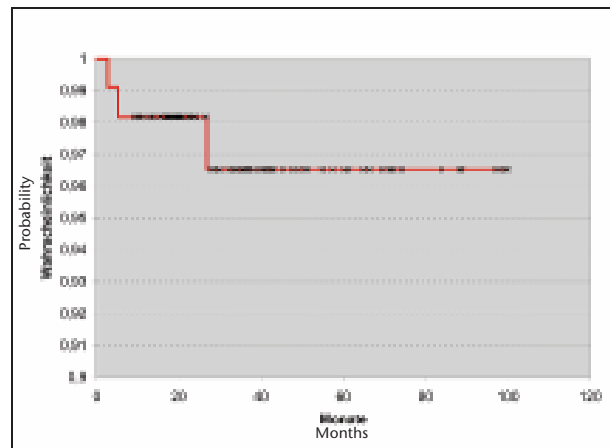


Abbildung 4 Erfolgswahrscheinlichkeit der inserierten Implantate nach den Kriterien von Albrektsson (Kaplan-Meier-Methode).

Figure 4 Success probability of placed implants according to the criteria recommended by Albrektsson (Kaplan-Meier method).

sthetic restoration. Implant placement, implant exposure, and prosthetic treatment were completed according to the standard protocol of the manufacturer. Restorations were generally fabricated as temporary cemented metal-bonded single crowns using a combination of high-gold-content alloy and low-fusing porcelain (Golden-Gate system, DeguDent GmbH, Hanau, Germany). All medical products used in the study had a CE mark and were used for approved indications as intended.

2.2. Patient collective

In the period from November 1997 to December 2005 a total of 69 patients (35 male and 34 female) were treated with Ankylos single-tooth implants to replace the first or second mandibular molar based on the criteria above. A total of 110 implants were placed. Thirty-eight patients were treated with only one implant (55.0%), while 24 patients were treated with two implants (34.7%). 10.3% of patients were treated with three or four implants (Fig. 1). On average 1.6 implants were placed per patient.

Almost 75% of implants were placed to restore a first mandibular molar (Fig. 1). Analysis of the distribution of implant sizes indicated that the majority of implants placed were 3.5 mm and 4.5 mm in diameter with a length of 11 mm. These two sizes of implant (A11 + B11) accounted for 54% of implants placed. Implants with a length of 14 mm (A14 + B14) were placed in 26 cases (23.6%). An 8 mm long implant was used in only one case (Fig. 2). Study subjects included 35 male and 34 female patients with an average age of 51 ± 11 years. Patients between 50 and 59 years formed the largest age group with 31.3% of all patients treated. 20% of patients treated were between 30 and 39 years while 7.4% of patients treated were in the age group 70 to 79 years.



Abbildung 5

Fraktur der distalen Randleiste mit Exposition des Metallgerüsts. Aufgrund der geringen ästhetischen Beeinträchtigung erfolgte lediglich eine Politur der Bruchfläche.

Figure 5 Fracture of the distal marginal ridge with exposure of the metal framework. The fracture surface was simply polished because there was minimal esthetic impairment.



Abbildung 6 Retentionsverlust einer Suprakonstruktion mit reduzierter Aufbauhöhe. Das Abutment wurde vor der Wiederbefestigung der Krone mit einem Diamantinstrument aufgeraut.

Figure 6 Loss of retention of a restoration with reduced abutment height. The abutment was roughened with a diamond instrument before recementing the crown.

2.3. Untersuchungsparameter

Die klinische Untersuchung der prothetisch versorgten Patienten erfolgte in jährlichen Intervallen, dabei wurden folgende Parameter erhoben:

1. Überlebensanalyse der Implantate nach dem In-situ Kriterium
2. Erfolgsanalyse der Implantate nach den Erfolgskriterien von Albrektsson et al.
3. Technische Komplikationen des Implantates:
Implantatfrakturen
4. Erfassung der prothetischen Komplikationen:
Lockerung/Bruch der Abutment-Schraube
Bruch des Abutments
Retentionsverlust der provisorisch zementierten Restauration
Fraktur der Verblendkeramik
5. Patientenbewertung:
Kaufunktionelle Rehabilitation
Ästhetische Qualität der Behandlung
Entscheidungsverhalten bezüglich zukünftiger Implantatversorgungen
Empfehlungsverhalten bezüglich der Implantattherapie.

Im Rahmen der Patientenbefragung während der Recall-Untersuchung wurden die teilnehmenden Patienten um eine Bewertung des ästhetischen Erscheinungsbildes und der Kaufunktion der Restauration gebeten. Ferner wurden die Patienten befragt, ob sie bei einer gegebenen medizinischen Indikation wieder eine implantatprothetische Versorgung wählen würden und ob sie auch anderen Patienten eine Implantation empfehlen würden. Die Bewertung erfolgte mit einer sechsstufigen Rangskalierung, die dem Schulnotensystem entspricht.

2.3. Examination parameters

Clinical examination of prothetically treated patients was completed at annual intervals and the following parameters were surveyed:

1. Survival analysis of implants according to the in situ criterion
2. Success analysis of implants according to the success criteria recommended by Albrektsson et al.
3. Technical complications of the implant:
Implant fractures
4. Prosthetic complications: Loosening/fracture of the abutment screw
Fracture of the abutment
Loss of retention of the temporary cemented restoration
Fracture of the facing porcelain
5. Patient evaluation:
Rehabilitation of masticatory function
Esthetic quality of treatment
Decision with regard to possible future implant treatment
Recommendation to other patients with regard to implant treatment.

In the patient survey during recall examinations patients were asked to evaluate the esthetics and masticatory function of the restoration. Patients were also asked whether they would choose a prosthetic implant restoration again if there was a medical indication in the future and whether they would recommend implant treatment to other patients. Evaluation was completed using a six-point scale (1 = very good, 6 = unsatisfactory), analogous to the school marking system used in Germany.



Abbildung 7 Restauration mit mesio-bukkaler Keramikfraktur und gelockertem Abutment. Die Krone ist gegenüber der ursprünglichen Position leicht rotiert.

Figure 7 Restoration with a mesiobuccal porcelain fracture and loosened abutment. The crown is slightly rotated in comparison to its original position.



Abbildung 8 Röntgenbefund sechs Jahre nach der prothetischen Versorgung der Implantate in regio 36 und 46. Auffallend ist der Unterschied in der Gerüstgestaltung. Bei der Suprakonstruktion 46 fehlt eine anatomische Gestaltung des Metallgerüsts, deutlich erhöhte Schichtstärken der Verblendkeramik mit dem erhöhten Risiko der Keramikfraktur sind die Folge.

Figure 8 X-ray diagnosis six years after fitting prosthetic restorations on implants in the 36 and 46 region. There is a clear difference in the contour of the frameworks. The metal framework of restoration 46 does not have an anatomical contour, resulting in an increased layer thickness of the facing porcelain and a higher risk of porcelain fracture.

3 Ergebnisse

3.1. Überlebens- und Erfolgsrate der Implantate

Bei den inserierten 110 Implantaten wurden zwei Verluste beobachtet, die beide während der gedeckten Einheilzeit auftraten. Beide Verluste traten in der Region des linken ersten unteren Molaren auf.

Fünf Patienten mit sieben der insgesamt 108 im Erhebungszeitraum von 1997 bis 2005 versorgten Implantate erschienen nicht zum letzten Nachuntersuchungstermin. Sechs weitere Patienten mit insgesamt acht Implantaten waren im Laufe des Beobachtungszeitraumes umgezogen, konnten aber jeweils durch die weiterbehandelnden Zahnärzte nachuntersucht werden, so dass zu diesen Patienten vollständige Datensätze vorlagen. Somit konnten 93,5 % des ursprünglichen Implantatkollektivs nachuntersucht werden. Die mittlere Beobachtungsdauer betrug zum Zeitpunkt der letzten klinischen Nachuntersuchung von Oktober bis Dezember 2006 $36,3 \pm 24,5$ Monate. Die Überlebenswahrscheinlichkeit nach dem In-situ-Kriterium wurde mit dem Kaplan-Meier-Estimator berechnet und betrug 98,1 %, (Abb. 3).

Ein Implantat zeigte zum Zeitpunkt der 2-Jahres-Kontrolluntersuchung eine aktive Periimplantitis mit einem radiologisch feststellbaren Knochenabbau der mehr als 25 % der Implantatlänge erreichte. Die Patientin verspürte keinerlei Schmerzempfindung und das Implantat war nicht mobil. Das Implantat wurde entsprechend den Erfolgskriterien von Albrektsson [1] als Misserfolg gewertet. Zusammen mit den beiden in der Einheilphase verloren gegangenen Implantaten ergab sich

3 Results

3.1. Implant survival rate and success rate

Two of the 110 implants placed failed during the submerged healing period. Both failures occurred in the region of the left first mandibular molar.

Five patients who received seven of the 108 implants placed in the survey period from 1997 to 2005 did not attend the final recall appointment. Six other patients who received a total of eight implants changed address during the observation period, though they were able to be followed up by other dentists who treated them so that complete data sets were available for these patients. This allowed 93.5% of the original implant collective to be followed up. The mean observation period at the time of the last clinical recall examination from October to December 2006 was 36.3 ± 24.5 months. Survival probability according to the in situ criterion was calculated as 98.1% using the Kaplan-Meier estimator (Fig. 3).

At the 2-year follow-up examination, one implant exhibited active peri-implantitis with radiologically detectable bone resorption extending more than 25% along the length of the implant. The patient did not feel any sensation of pain and the implant was not mobile. The implant was assessed as a failure in accordance with the success criteria recommended by Albrektsson [1]. This outcome, together with the two implant failures during the healing stage produced a total number of three failures and consequently a success probability of 96.5% after four years (Kaplan-Meier estimator), (Fig. 4).

eine Gesamtzahl von drei Misserfolgen und somit eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 96,5 % nach vier Jahren (Kaplan-Meier-Estimator), (Abb. 4).

3.2. Prothetische Komplikationen

Im Rahmen der klinischen Nachuntersuchungen traten insgesamt zehn prothetische Komplikationen bei neun Restaurationen auf:

- sechs Frakturen der Verblendkeramik (Abb. 5)
- drei Retentionsverluste provisorisch zementierter Kronen
- eine Lockerung des Abutments.

In einem Fall traten zwei Komplikationen (Lockerung des Abutments/Fraktur der Verblendkeramik) bei einer Restauration auf. Bezogen auf die Restaurationen beträgt die Quote der prothetischen Komplikationen im gesamten Beobachtungszeitraum entsprechend 9 %. Sämtliche prothetischen Komplikationen konnten durch eine klinische Intervention behoben werden. Eine Erneuerung von Suprakonstruktionselementen oder Implantatanteilen war nicht erforderlich. Brüche von Schrauben oder Implantataufbauteilen wurden ebenfalls nicht beobachtet.

Bei drei Implantatsuprakonstruktionen trat ein Retentionsverlust auf. In allen Fällen war die Höhe des Abutments 4 mm oder geringer und die Abutments waren vor der Zementierung nicht aufgeraut worden (Abb. 6). Nach intraoraler Aufrauung des Abutments mit einem grobkörnigen Diamantinstrument erfolgte die Wiederbefestigung der Restaurationen erneut mit einem provisorischen Zement (Temp-Bond, Kerr Hawe GmbH, Karlsruhe). Im weiteren Verlauf der klinischen Beobachtung kam es bei diesen Restaurationen zu keinem erneuten Retentionsverlust.

Der gelockerte Aufbau trat innerhalb des ersten Jahres der funktionellen Belastung bei einem Implantat zum Ersatz eines zweiten Molaren auf. Die Lockerung des Aufbaus wurde nicht von der Patientin bemerkt, sondern erst während der klinischen Nachuntersuchung festgestellt. Neben der Lockerung des Aufbaus konnte auch noch eine Fraktur der Verblendkeramik festgestellt werden. Der Aufbau konnte nach Abnahme der provisorisch zementierten Krone und unter Verwendung des Übertragungsschlüssels wieder befestigt werden (Abb. 7).

3.3. Patientenbewertung der implantatprothetischen Restauration

73 % der befragten Patienten bewerteten das ästhetische Erscheinungsbild der Restauration mit „sehr gut“, 27 % der Patienten bewerteten die Ästhetik mit „gut“. Das Urteil befriedigend oder schlechter wurde in keinem Fall vergeben.

Die Wiederherstellung der Kaufunktion wurde von 69 % der Patienten mit „sehr gut“ bewertet, 27 % der Patienten bezeichneten die Kaufunktion als „gut“. Lediglich in 4 % der Fälle wurde die Wiederherstellung der Kaufunktion als „befriedigend“ eingeschätzt. Die Patienten, die bei der Befragung die Note „befriedigend“ vergaben, gaben als häufigsten Grund für ihre reduzierte Zufriedenheit an, dass es bei der Implantatkrone wiederholt zur Retention von Speiseresten, insbesondere im Approximalbereich, kommt. Ein Zusammenhang mit fehlenden Approximalkontakten konnte nicht festgestellt werden.

95 % der Patienten gaben an, dass sie sich bestimmt wieder für eine Implantatversorgung entscheiden würden, 4 % der Patienten gaben an, dass sie sich eventuell wieder für eine Implan-

3.2. Prosthetic complications

A total of ten prosthetic complications in nine restorations were detected during clinical follow-up examinations:

- six fractures of the facing porcelain (Fig. 5)
- loss of retention in three crowns luted with temporary cement
- one abutment loosened.

In one case there were two complications (loosening of the abutment/ fracture of the facing porcelain) in one restoration. The prosthetic complication rate of restorations over the entire observation period was 9%. All prosthetic complications were remedied by clinical intervention. Superstructure or implant components did not have to be renewed. There were also no fractures of screws or implant abutments recorded.

There was a loss of retention in the case of three implant restorations. In all cases the height of the abutment was 4mm or less and the abutments had not been roughened before cementation (Fig. 6). After roughening the abutment intraorally using a coarse-grit diamond instrument, the restoration was recemented in position using temporary cement (Temp-Bond, Kerr Hawe GmbH, Karlsruhe, Germany). No further loss of retention was detected in these two restorations during subsequent clinical observation.

One abutment loosened within the first year of functional loading in the case of one implant used for replacing a second molar. Loosening of the abutment was not noticed by the patient and was only detected at the clinical follow-up examination. As well as loosening of the abutment, a fracture was detected in the facing porcelain. After removing the crown luted with temporary cement, the abutment could be secured in position again using a positioning template (Fig. 7).

3.3. Patient evaluation of their prosthetic implant restoration

73% of patients surveyed rated the esthetics of the restoration as “very good”, and 27% of patients rated the esthetics as “good”. A rating of satisfactory or poorer was not given in any of the cases.

Restoration of masticatory function was rated as “very good” by 69% of patients and 27% of patients described the masticatory function as “good”. The masticatory function was assessed as “satisfactory” in only 4% of cases. Patients who gave the rating “satisfactory” in the survey indicated that the reason for their reduced satisfaction was repeated retention of food debris on the implant crown, particularly in the proximal region. A correlation with a lack of proximal contact points could not be established.

95% of patients said that they would definitely opt for implant treatment again, 4% of patients said that they would possibly decide on implants again. One patient refused to have further implant treatment, as the time after the operation had

tation entscheiden würden. Ein Patient lehnte eine weitere Implantation ab, da er die Zeit nach dem Eingriff als extrem schmerzhaft erlebt hatte. Von den beiden Patienten mit einem Implantatmisserfolg entschied sich ein Patient sofort für eine implantatprothetische Wiederholungsversorgung, während die zweite Patientin angab, dass sie sich eventuell wieder für eine Implantatversorgung entscheiden würde.

89 % der befragten Patienten würden sicher eine Empfehlung für eine Implantattherapie aussprechen und wählten die Antwortmöglichkeit „Ja, bestimmt“. 3 % der Patienten würden eine Implantattherapie eventuell empfehlen. Als Gründe für die Einschränkung wurden am häufigsten genannten: Kosten, Alter des Patienten, Möglichkeiten der Alternativversorgung.

Kein Patient, auch nicht die beiden Patienten mit einem Implantatverlust, würde sich gegenüber anderen Personen grundsätzlich negativ über die Implantattherapie äußern und diese grundsätzlich nicht empfehlen.

4 Diskussion

Das Design der vorliegenden retrospektiven Studie ermöglicht Aussagen zur Überlebens- und Erfolgsquote endossaler Implantate zum Einzelzahnersatz im Unterkiefermolarenbereich ebenso wie zu prothetischen Komplikationen während der funktionellen Belastungsphase und zur Patientenzufriedenheit.

Die Überlebensrate der inserierten Implantate beträgt in dieser Studie nach einem Beobachtungszeitraum von vier Jahren 98,15 %, wobei sich die mittlere Beobachtungszeit auf $36,3 \pm 24,5$ Monate beläuft. Diese Überlebensrate ist in guter Übereinstimmung mit anderen Studien zum implantatprothetischen Einzelzahnersatz [19, 16, 25, 24]. In der Literatur finden sich zwei Meta-Analysen zu implantatgestützten Einzelzahnrestorationen. Lindh et al. fanden in einer Meta-Analyse mit insgesamt 570 Einzelkronen nach einer Beobachtungszeit von vier Jahren eine Survivalrate von $97,5 \pm 1,5$ % [23]. Creugers et al. kommen in einer weiteren Meta-Analyse mit 459 Einzelkronen nach vier Jahren zu einer Survivalrate von 97 ± 1 % [11]. Die Ergebnisse dieser Meta-Analysen beruhen im Wesentlichen auf Studien, die Einzelzahnimplantate im Frontzahnbereich untersuchten. Vergleicht man also die Ergebnisse der vorliegenden Studie mit den Ergebnissen der Meta-Analyse, so konnte mit einer Survivalrate von 98,2 % nach drei Jahren ein mit den bislang für Einzelzahnimplantate im Frontzahnbereich dokumentierten Ergebnissen (97 % nach vier Jahren) vergleichbares Resultat erzielt werden. Vergleicht man die vorliegenden Daten mit anderen Ergebnissen zum Einzelzahnersatz mit dem Ankylos-System, so zeigen sich auch hier vergleichbare Ergebnisse. Döring et al. ermittelten bei 275 Ankylos-Implantaten, die ebenfalls mit Balance-Titanaufbauten versorgt wurden, nach einer mittleren Beobachtungszeit von 38 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 98 % [12]. Sämtliche Verluste traten während der Einheilphase auf (total n=5). Diese Beobachtung deckt sich mit den Ergebnissen der eigenen Untersuchung, wo es im Rahmen der bis zu achtjährigen Beobachtungsdauer ausschließlich zu Verlusten in der Einheilphase kam. In der Untersuchung von Döring et al. wurden sowohl Front- als auch Seitenzahnimplantate nachuntersucht. Bezogen auf den Molarenbereich berichteten Romanos und Nentwig in einer retrospektiven Studie über die klinische Erfolgsrate von Ankylos-Implantaten zum Einzel-

been very painful. One of the two patients who had experienced implant failure decided immediately for new prosthetic implant treatment, while the second patient said that she would possibly decide on implant treatment again.

89% of patients surveyed would definitely recommend implant treatment and selected the response option “yes, definitely”. 3% of patients would maybe recommend implant treatment. The main reasons given for the reservations were: cost, age of the patient, options of alternative treatment.

None of the patients, not even the two patients whose implants failed, would say anything negative about implant treatment to other people or discourage them from treatment.

4 Discussion

Conclusions can be reached regarding the survival rate and success rate of endosseous implants for single-tooth restorations in the molar region of the mandible as well as prosthetic complications during functional loading based on the design of this retrospective study. It was also possible to assess the degree of patient satisfaction.

The survival rate of implants placed in this study was 98.15% after an observation period of four years with a mean observation period of $36.3 \text{ months} \pm 24.5 \text{ months}$. This survival rate concurs well with those of other studies on prosthetic implant single-tooth restorations [19, 16, 25, 24]. There are two meta-analyses of implant-supported single tooth restorations documented in the literature. Lindh et al. established a survival rate of $97.5\% \pm 1.5\%$ after an observation period of four years in a meta-analysis involving a total of 570 single crowns [23]. Creugers et al. calculated a survival rate of $97\% \pm 1\%$ after four years in another meta-analysis involving 459 single crowns [11]. The results of these meta-analyses are mainly based on studies that investigated single-tooth implants in the anterior region. If the results of the present study with a survival rate of 98.2% after three years are compared with those of the meta-analysis, a similar result is attained to previously documented results for single-tooth implants in the anterior region (97% after four years). Similar results are also found if the current data is compared with other results for single-tooth restorations using the Ankylos system. Döring et al. established a survival probability of 98% after a mean observation period of 38 months with 275 Ankylos implants, which were also fitted with Balance titanium abutments [12]. All failures occurred during the healing period (total n=5). This concurred with the results of the present study, in which failures only occurred during the healing stage in the eight-year observation period. In the study by Döring et al. both anterior and posterior implants were followed up. In a retrospective study Romanos and Nentwig also reported on the clinical success rate of Ankylos implants used for single-tooth restorations in the molar region [28]. After a mean functional period of 20.6 ± 16.6 months, the authors reported a survival rate of 96.55%; both maxillary and mandibular molar implants were followed up. Unlike previous

zahnersatz im Molarenbereich [28]. Nach einer mittleren Funktionsperiode von $20,6 \pm 16,6$ Monaten berichteten die Autoren über eine Überlebensrate von 96,55 %, wobei sowohl Oberkiefer- als auch Unterkiefermolarenimplantate nachuntersucht wurden. Gegenüber früheren Untersuchungen konnte bei vergleichbarer Beobachtungsdauer kein Unterschied in der Erfolgsrate für Einzelzahnimplantate im Molarenbereich zu Implantaten im Frontzahnbereich festgestellt werden.

Neben dem reinen Implantaterfolg auf der chirurgischen Ebene wurden auch die Häufigkeiten mechanischer und prothetischer Komplikationen ermittelt. Prothetische Komplikationen wurden in unterschiedlichen Veröffentlichungen beschrieben [5, 18, 24, 25, 27]. Insbesondere beim implantatgestützten Molarenersatz gehörten Schraubenlockerungen oder -brüche zu den häufigsten Komplikationen in der Anfangsphase mit einer Häufigkeit von bis zu 45 % [18; 17]. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen demgegenüber eine wesentlich geringere Komplikationsquote. Lediglich bei einem Implantat kam es zu einer Lockerung der zentralen Halteschraube. Mit der weitgehenden Reduktion der Häufigkeit von Schraubenlockerungen konnte auch das aus früheren Studien berichtete Problem von Fistelbildungen eliminiert werden. Sowohl in der vorliegenden Studie als auch in anderen Studien zum Einzelzahnersatz mit demselben Implantat-System konnten keine Fistelbildungen festgestellt werden [12, 28]. Die geringe prothetische Komplikationsquote dieses Systems wird auch durch die Untersuchung von Döring et al. bestätigt [12]. In dieser Studie traten bei 275 nachuntersuchten Ankylos-Implantaten keine Schraubenlockerungen oder Frakturen auf. Romanos und Nentwig berichten bei 58 Einzelzahnimplantaten zum Molarenersatz ebenfalls über keine Schraubenlockerungen [28].

Frakturen von Implantaten stellen eine ernsthafte Komplikation dar, weil die weitere Nutzbarkeit bzw. der Erhalt der Konstruktion nicht mehr gegeben ist. Brüche von Implantat-Aufbauelementen und enossalen Implantatanteilen treten nach den in der Literatur verfügbaren Daten mit einer Inzidenz von 0,2 % bis zu 5 % auf, dabei scheinen durchmesserreduzierte Implantate und perforierte Hohlkörperimplantate verstärkt betroffen zu sein [9, 13].

Im Rahmen der vorliegenden Nachuntersuchung trat keine Implantatfraktur auf. Das Ankylos-Implantatsystem zeigte nach einer mittleren Beobachtungsdauer von drei Jahren in der hier untersuchten Indikation kein erhöhtes Frakturrisiko. Neben der Konstruktion des Implantates wird dieses Ergebnis sicherlich auch durch die Begrenzung der maximal mit einem Implantat zur versorgenden mesio-distalen Lückenbreite auf 12 mm erreicht. Diese limitiert eine übermäßige Überkonturierung der Suprakonstruktion und damit das Auftreten extraaxialer Kräfte. Ferner wurde bei allen Versorgungen darauf geachtet, dass ein Implantat-Kronen-Verhältnis von mindestens 1 erreicht wurde. Da auch andere Untersuchungen zum Einzelzahnersatz mit dem Ankylos-System nicht über das wiederholte Auftreten von Frakturen berichten, kann bei Einhaltung der oben erwähnten Indikation und der Konstruktionsmerkmale davon ausgegangen werden, dass Implantatfrakturen in ihrer Häufigkeit nur von sehr untergeordneter Bedeutung sind.

Als Alternative zu verschraubten Suprastrukturen wird in den letzten Jahren verstärkt die Befestigung der Suprastruktur durch Zementieren gewählt. Die Vorteile liegen im technisch geringeren Aufwand bei der Herstellung zementierbarer Supra-

studien mit einer ähnlichen Beobachtungsperiode, keine Unterschiede zwischen der Erfolgsrate für Einzelzahnimplantate im Molarenbereich und Implantaten im Frontzahnbereich festgestellt werden.

As well as simply recording implant success with regard to surgery, the frequencies of mechanical and prosthetic complications were documented. Prosthetic complications have been reported in different publications [5, 18, 24, 25, 27]. The most frequent complications in the initial stage, particularly with implant-supported molar restorations, include screw loosening or fracture with a frequency of up to 45% [18; 17]. In contrast, results of the present study indicated a considerably lower complication rate. There was only loosening of the central retention screw in the case of one implant. The problem of fistula formation reported in previous studies was also eliminated due to the extensive reduction in the frequency of screw loosening. No fistula formation was detected either in the present study or in other studies on single-tooth restoration using the same implant system [12, 28]. The low prosthetic complication rate of this system was also confirmed in the study by Döring et al. [12]. In this study there was no occurrence of screw loosening or fracture with the 275 Ankylos implants involved in the follow-up examinations. Romanos and Nentwig also reported that there was no occurrence of screw loosening in a study on 58 single-tooth implants for replacing molars [28].

Fractures of implants represent a serious complication because the restoration is no longer usable and cannot be preserved. According to available data in the literature the incidence of fractures of implant abutments and endosseous implant components is 0.2% to 5%; implants with a reduced diameter and perforated hollow implants seem particularly affected [9, 13].

There were no implant fractures in the present follow-up. The Ankylos implant system did not exhibit any increased risk of fracture after a mean observation period of three years in the indications investigated in this study. This result was not only achieved due to the design of the implant but also by limiting the maximum width of the mesiodistal gap to be treated with an implant to 12 mm. This restricts excessive over contouring of the restoration and resulting extra-axial forces. Care was also taken with all restorations to ensure that a minimum implant-crown ratio of 1:1 was attained. As other studies on single-tooth restorations using the Ankylos system also do not report repeated occurrence of fractures, it can be assumed that by maintaining the indication and design features mentioned above the frequency of implant fractures can be kept to a minimum.

There has been an increasing trend in recent years to retain restorations with cement as an alternative to screw-retained restorations. Fabricating cementable restorations involves a simpler technique, which has the advantage of reducing the costs. Cementing restorations also eliminates the need for occlusal accesses to screw channels, which negatively affect the esthetics and occlusal contour. It is also easier to compensate for an unfavorable implant position or inclination of the implant axis with a cemented restoration. Apart from screw loosening, a frequent complication following functional loading of a cemented prosthetic implant restoration is loss of retention [6, 8]. In the present study three cases of loss of retention of restorations luted with temporary cement were documented at the clinical follow-up examination of patients. This complica-

konstruktionen, die die Kosten reduziert. Zudem können okklusale Zugänge zu den Schraubenkanälen, die sich sowohl auf das ästhetische Erscheinungsbild als auch auf die Kauflächen-gestaltung negativ auswirken, vermieden werden. Auch kann bei zementierten Suprakonstruktionen eine ungünstige Implantatposition oder Implantatachsneigung einfacher kompensiert werden. Neben der Schraubenlockerung stellt der Retentionsverlust einer zementierten Suprakonstruktionen eine häufige Komplikation nach der funktionellen Belastung einer implantatprothetischen Versorgung dar [6, 8]. Bei der klinischen Nachuntersuchung der Patienten konnten in dieser Studie drei Retentionsverluste der provisorisch zementierten Suprakonstruktion dokumentiert werden. Diese Komplikationsquote von 3 % ist gegen die möglichen Vorteile der provisorischen Zementierung abzuwägen.

In der vorliegenden Studie stellten Frakturen der Verblendkeramik mit 5 % die häufigste Komplikation dar. Vergleicht man diesen Wert mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen, so findet man Frakturen der Verblendkeramik in derselben Größenordnung [5]. Eine retrospektive Studie mit dem auch in dieser Studie verwendeten Metallkeramiksistem (Golden-Gate-System) auf natürlichen Zähnen zeigte nach einer Beobachtungsdauer von zehn Jahren eine metallkeramische Komplikationsrate von 2,2 %. Lediglich 0,3 % der Restaurationen mussten aufgrund metallkeramischer Defekte nach einer zehnjährigen Verweildauer entfernt werden [20]. Die Verblendkeramikdefektrate von Implantatsuprakonstruktionen scheint also höher zu sein als bei Versorgungen auf natürlichen Zähnen.

Für die beobachtete erhöhte Defektrate im Vergleich zu Einzelkronen auf natürlichen Zähnen sind zwei Erklärungen zu diskutieren:

1. Die fehlende physiologische Beweglichkeit osseointegrierter Implantate führt bei implantatgestützten Restaurationen zu sehr kurzen und harten Impulsen bei kaufunktioneller Belastung. Gerade diese kurzen, harten Belastungsspitzen führen zu einem erhöhten ermüdungsbedingten Versagensrisiko der Verblendkeramik durch unterkritisches Risswachstum.
2. Die Verblendsicherheit einer metallkeramischen Restauration wird in starkem Maß durch eine ausreichende Gerüstunterstützung sichergestellt. Allgemein wird gefordert, dass die Verblendkeramiksichtstärken zwischen 2 mm bis 3 mm liegen sollen. Dickere Verblendkeramiksichten führen zu einem erhöhten Versagensrisiko. Die Form der Implantat-Abutments weicht jedoch allgemein stark von der Form eines präparierten Zahnes ab. Da die Aufbauten einen deutlich reduzierten Durchmesser aufweisen, muss die Form des präparierten Stumpfes durch das gegossene Gerüst aufgebaut werden. Die anatomisch korrekte Gerüstmodellation ist daher für die klinische Langzeitstabilität hoch einzuschätzen. Aufgrund der hohen Diskrepanz zwischen Implantataufbau und späterer Kronenform liegen in der Gerüstmodellation Fehlermöglichkeiten, die zu einer mangelhaften Gerüstunterstützung der Verblendkeramik führen können (Abb. 8).

Patientenbasierte Bewertungen implantatprothetischer Restaurationen sind bislang selten in der Literatur zu finden. Die Therapiebewertung aus Patientensicht ist insbesondere bei elektiven, nicht lebensbedrohlichen Therapien sinnvoll, außerdem in den Fällen, bei denen mehrere Therapie-Optionen zur Wahl stehen und wird von verschiedenen Autoren als Bestandteil der Erfolgskriterien berücksichtigt [22].

tion rate of 3% should be considered in relation to the possible advantages of temporary cementation.

In the present study fracturing of the facing porcelain was the most frequent complication with 5%. This percentage concurs with the results of other studies in which a similar number of porcelain facing fractures were recorded [5]. The metal bonding system (Golden-Gate system) in this study was also used on natural teeth in a retrospective study that reported a metal/porcelain complication rate of 2.2% after an observation period of ten years. Only 0.3% of the restorations had to be removed because of metal/porcelain defects over a period of ten years in situ [20]. Facing porcelain defect rates therefore appear to be higher than restorations on natural teeth.

Two explanations should be considered for the increased defect rate observed in comparison with single crowns on natural teeth:

1. The lack of physiological mobility of osseointegrated implants results in very brief, strong impulses during masticatory functional loading with implant-supported restorations. These brief, strong load peaks in particular result in the risk of fatigue failure of the facing porcelain due to subcritical crack growth.
2. Adequate support by the framework contributes greatly to ensuring the stability of a metal bonded restoration. Generally the facing porcelain layer should be between 2 mm and 3 mm thick. Thicker facing porcelain layers lead to a higher risk of failure. The shape of the implant abutment, however, is generally very different from the shape of a prepared tooth. As abutments have a greatly reduced diameter, the shape of the prepared tooth has to be built up on the cast framework. An anatomically correct framework contour is therefore very important for long-term clinical stability. Due to the high degree of discrepancy between implant abutment and subsequent shape of the crown there is the possibility of errors in the framework contour, which could result in the framework providing poor support for the facing porcelain (Fig. 8).

To date patient-based evaluations of prosthetic implant restorations are rare in literature. It is practical to involve patients in treatment evaluation, particularly in the case of elective treatments that are not life threatening as well as cases in which there is a choice of several treatment options. Patient-based evaluation is also considered to be an integral component of success criteria by various authors [22].

More than 70% of patients described the esthetic outcome of treatment as "very good" and the rest of the patients rated the outcome as "good". The positive evaluation concurs with the results of other studies involving single-tooth restorations [2, 3, 10, 25]. In a study by Ekfeldt et al. 69% of patients rated the esthetics of their prosthetic implant restoration as "very good" (19% as "good", 10% as "satisfactory" and 2% as "poor") [14]. In another study 90% of patients stated that they were "very satisfied" with the esthetics of their restoration, while 10% stated that they were "satisfied" with the esthetics [15].

Restoration of masticatory function was rated as "very good" or "good" by over 95% of patients. The rating of "satisfactory" was given in only 4% of cases. The reason for restriction of the masticatory function was retention of food debris caused by the wide projection of the crown contour. Other studies also reported the problem of increased difficulty in

Mehr als 70 % der Patienten bezeichneten das ästhetische Ergebnis der Behandlung als „sehr gut“, der Rest vergab die Note „gut“. Die positive Bewertung ist in Übereinstimmung mit den Ergebnissen zu anderen Studien bei Einzelzahnrestaurationen [2, 3, 10, 25]. In einer Studie von Ekfeldt et al. bewerteten 69 % der Patienten das Erscheinungsbild ihrer implantatprothetischen Rekonstruktion als „sehr gut“ (19 % als „gut“, 10 % als „befriedigend“ und 2 % als „schlecht“) [14]. In einer weiteren Studie gaben 90 % der Patienten an, dass sie mit dem Erscheinungsbild der Restauration „sehr zufrieden“ waren, während 10 % angaben, dass sie mit dem Erscheinungsbild „zufrieden“ waren [15].

Die Wiederherstellung der Kaufunktion wurde von mehr als 95 % der Patienten als „sehr gut“ oder „gut“ bewertet. Lediglich in 4 % der Fälle wurde die Bewertung „befriedigend“ abgegeben. Grund für die Einschränkung der Kaufunktion waren Retentionen von Speiseresten, die durch die weit ausladende Kronenkontur bedingt sein konnten. Das Problem der erschwerten Reinigung von Einzelzahnrestaurationen wird auch in anderen Studien berichtet. Gibbard und Zarb stellten bei 7 % der Patienten eine Unzufriedenheit in Bezug auf die Hygienefähigkeit der Restaurationen fest, während 100 % der Patienten die Funktion der eingesetzten Restaurationen als „zufrieden stellend“ oder „sehr zufrieden stellend“ bezeichneten.

In der vorliegenden Untersuchung würden sich mehr als 95 % der versorgten Patienten bestimmt wieder für eine implantatprothetische Versorgung entscheiden. Mehr als 95 % der prothetisch versorgten Patienten würden auch anderen Patienten eine Implantat-Therapie empfehlen. Eine vergleichbare Patientenbewertung bei der Nachuntersuchung von 1.500 Ankylos-Implantaten in unterschiedlichen Indikationen berichteten Morris et al. 98 % würden sich bei gegebener medizinischer Indikation wieder für eine Implantatversorgung entscheiden und 99,1 % würden Freunden oder Verwandten eine Implantattherapie empfehlen [26]. Diese Ergebnisse sind in Übereinstimmung mit den ersten Resultaten aus der Untersuchung zum implantatgestützten Einzelzahnersatz (Toronto-Studie) [3]. Wie auch in der vorliegenden Untersuchung würde kein Patient eine Empfehlung gegen Implantate aussprechen oder diese grundsätzlich ablehnen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Patientenzufriedenheit hinsichtlich Ästhetik und kaufunktioneller Rehabilitation hoch ist.

5 Schlussfolgerung

Aufgrund der Ergebnisse der Nachuntersuchung kann die Anwendung von Einzelzahnimplantaten im Molarenbereich hinsichtlich der unter Praxisbedingungen erzielbaren Überlebens- und Erfolgsrate als prognostisch günstige Therapievariante bezeichnet werden. Die prothetischen Komplikationen bestehen hauptsächlich in technischen Komplikationen in Form von Verblendkeramikfrakturen und bedingen nicht die Notwendigkeit der Erneuerung der Restauration. Neben den objektiven klinischen Parametern (Erfolgssicherheit, Überlebensrate, prothetische Komplikationen) ist die hohe Patientenzufriedenheit der nachuntersuchten Patienten hervorzuheben.

cleaning single-tooth restorations. Gibbard and Zarb established dissatisfaction in 7% of patients with regard to the hygiene capability of the restoration, while 100% of patients described the function of the fitted restoration as “satisfactory” or “very satisfactory”.

In the present study more than 95% of patients treated would decide on a prosthetic implant restoration again. More than 95% of patients treated prothetically would also recommend implant treatment to other patients. In a comparative patient evaluation at follow-up examinations of 1,500 Ankylos implants in different indications Morris et al. reported that 98% of patients would decide on an implant restoration again if it was indicated medically and 99.1% would recommend implant treatment to friends and relations [26]. These results concur with the first results from a study on implant-supported single-tooth restorations (Toronto study) [3]. None of the patients would discourage other patients from having implant treatment or refuse implant treatment.

In summary, it can be stated that there is a high degree of patient satisfaction in terms of esthetics and rehabilitation of masticatory function.

5 Conclusion

Based on the results of the follow-up, the use of single-tooth implants in the molar region can be regarded as a prognostically favorable treatment option in terms of achievable survival and success rates under practice conditions. Prosthetic complications are mainly technical problems in the form of fractures of the facing porcelain and do not necessarily require a remake of the restoration. Along with objective clinical parameters (success probability, survival rate, prosthetic complications), it is important to emphasize the high degree of satisfaction reported by patients involved in the follow-up.

Korrespondenzadresse

Dr. Sven Rinke, M.Sc.
Geleitstr. 68
63456 Hanau
E-Mail: rinke@ihr-laecheln.com

Literaturverzeichnis

1. Albrektsson T: Consensus report of Session V. London, Quintessence 1993
2. Andersson B, Odman P, Lindvall AM, Lithner B: Single-tooth restorations supported by osseointegrated implants: results and experiences from a prospective study after 2 to 3 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:702–711
3. Avivi-Arber L, Zarb GA: Clinical effectiveness of implant-supported single-tooth replacement: the Toronto Study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:311–321
4. Becker W, Becker BE, Alsuwyed A, Al-Mubarak S: Long-term evaluation of 282 implants in maxillary and mandibular molar positions: a prospective study. *J Periodontol* 1999;70:896–901
5. Behr M, Lang R, Leibrock A, Rosentritt M, Handel G: Complication rate with prosthodontic reconstructions on ITI and IMZ dental implants. *Internationales Team für Implantologie. Clin Oral Implants Res* 1998;9:51–58
6. Bianco G, Di Raimondo R, Luongo G, Paoleschi C, Piccoli P, Piccoli C, et al.: Osseointegrated implant for single-tooth replacement: a retrospective multicenter study on routine use in private practice. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2:152–158
7. Block MS, Gardiner D, Kent JN, Misiek DJ, Finger IM, Guerra L: Hydroxyapatite-coated cylindrical implants in the posterior mandible: 10-year observations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:626–633
8. Bragger U, Aeschlimann S, Burgin W, Hammerle CH, Lang NP: Biological and technical complications and failures with fixed partial dentures (FPD) on implants and teeth after four to five years of function. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:26–34
9. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, et al.: Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:161–172
10. Chang M, Odman PA, Wennstrom JL, Andersson B: Esthetic outcome of implant-supported single-tooth replacements assessed by the patient and by prosthodontists. *Int J Prosthodont* 1999;12:335–341
11. Creugers NH, Kreulen CM, Snoek PA, de Kanter RJ: A systematic review of single-tooth restorations supported by implants. *J Dent* 2000;28:209–217
12. Doring K, Eisenmann E, Stiller M: Functional and esthetic considerations for single-tooth Ankylos implant-crowns: 8 years of clinical performance. *J Oral Implantol* 2004;30:198–209
13. Eckert SE, Wollan PC: Retrospective review of 1170 endosseous implants placed in partially edentulous jaws. *J Prosthet Dent* 1998;79:415–421
14. Ekfeldt A, Carlsson GE, Borjesson G: Clinical evaluation of single-tooth restorations supported by osseointegrated implants: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:179–183
15. Gibbard LL, Zarb G: A 5-year prospective study of implant-supported single-tooth replacements. *J Can Dent Assoc* 2002;68:110–116
16. Gomez-Roman G, Schulte W, d'Hoedt B, Axman-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
17. Goodacre CJ, Kan JY, Rungcharassaeng K: Clinical complications of osseointegrated implants. *J Prosthet Dent* 1999;81:537–552
18. Jemt T, Laney WR, Harris D, Henry PJ, Krogh PH, Jr., Polizzi G, et al.: Osseointegrated implants for single tooth replacement: a 1-year report from a multicenter prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:29–36
19. Jemt T, Pettersson P: A 3-year follow-up study on single implant treatment. *J Dent* 1993;21:203–208
20. Kerschbaum T: Metallkeramik – ein halbes Jahrhundert im Dienste der Patienten. *Zahnärztl Mitteil* 2006;96:44–50
21. Laney WR, Jemt T, Harris D, Henry PJ, Krogh PH, Polizzi G, et al.: Osseointegrated implants for single-tooth replacement: progress report from a multicenter prospective study after 3 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:49–54
22. Levi A, Psoter WJ, Agar JR, Reisine ST, Taylor TD: Patient self-reported satisfaction with maxillary anterior dental implant treatment. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:113–120
23. Lindh T, Gunne J, Tillberg A, Molin M: A meta-analysis of implants in partial edentulism. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:80–90
24. Mericske-Stern R, Grutter L, Rosch R, Mericske E: Clinical evaluation and prosthetic complications of single tooth replacements by non-submerged implants. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:309–318
25. Moberg LE, Kondell PA, Kullman L, Heimdahl A, Gynther GW: Evaluation of single-tooth restorations on ITI dental implants. A prospective study of 29 patients. *Clin Oral Implants Res* 1999;10:45–53
26. Morris HF, Ochi S, Rodriguez A, Lambert PM: AICRG, Part IV: Patient satisfaction reported for Ankylos implant prostheses. *J Oral Implantol* 2004;30:152–161
27. Naert I, Quirynen M, van Steenberghe D, Darius P: A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism. *J Prosthet Dent* 1992;67:236–245
28. Romanos GE, Nentwig GH: Single molar replacement with a progressive thread design implant system: a retrospective clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:831–836