



W.B. Freesmeyer

W.B. Freesmeyer¹, A. Meier, H. Fritz, M. Roggensack

Klinische Untersuchung zur Bewährung von Procera AllCeram-Kronen

Im Rahmen dieser klinischen Studie wurden Procera AllCeram-Kronen nach einem Zeitraum von durchschnittlich 52 Monaten untersucht. 99 Kronen bei 44 Patienten wurden untersucht, wobei sich 54 Kronen im Frontzahnbereich und 45 Kronen im Seitenzahngebiet befanden. Bei der CDA-Bewertung wiesen insgesamt 83,2 % der Kronen eine „exzellente“ Beurteilung auf. Für den Plaqueindex und die Unterteilungen „Farbveränderung der Gingiva“ und „Sulkus-Blutungsindex“ wurde jeweils ein signifikanter Unterschied zwischen Krone und Kontrollzahn ermittelt ($p < 0,01$). Ein Ödem der Gingiva war bei Krone und Kontrollzahn gleichermaßen vertreten. Die Defektrate der Kronen lag bei 2,1 % nach drei Jahren und bei 23,4 % nach fünf Jahren. 11 Kronen wiesen Defekte auf, wovon 3 Kronen aufgrund einer Fraktur des Kernmaterials erneuert werden mussten. Daraus resultierte eine absolute Frakturnrate von 3 %. Zwischen Defekt und Parafunktionen konnte ein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden ($p < 0,05$). Die Befragung der Patienten ergab eine hohe Zufriedenheit mit der prothetischen Versorgung und dem ästhetischen Ergebnis. 95 % der Patienten würden sich wieder für eine Procera AllCeram-Krone entscheiden.

Schlüsselwörter: Procera, Vollkeramik, Aluminiumoxid, Krone, CDA-Bewertung, Überlebensrate

Clinical evaluation of Procera AllCeram crowns

In this clinical study Procera AllCeram crowns were investigated during an average period of 52 month. 99 crowns of 44 patients have been traced. 54 crowns where located at the anterior region and 45 crowns in the posterior region of the dental arch. The California dental Association quality evaluation system was used for assessment of margin integrity, surface and colour and anatomic form. During this examination 83.2 % of the crowns showed an excellent performance. For plaque index and the differentiations of the sulcus bleeding index of discoloration of the tissue and bleeding a significant difference between the crowns and the contralateral natural tooth was found ($p < 0.01$). An edematous tissue was found in the same amount on both crown and contralateral tooth. The defect rate was 2,1 % after three years and 23,4 % after five years. Eleven crowns were recorded as failures; three of them were remade because of a fracture within the core, resulting in a absolute fracture rate of 3 %. A significant result ($p < 0.05$) for the relation of failures and parafunctional activities was determined. The questioning of the patients resulted in an over all satisfaction with in type of prosthetic care and the aesthetical outcome. 95 % of the patients would decide on a Procera AllCeram crown again.

Keywords: Procera, all-ceramic, aluminium oxide, crowns, CDA evaluation, survival rate

¹ Abteilung für zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und Funktionslehre (Direktor: Univ. Prof. Dr. W.B. Freesmeyer), Charité – Universitätsmedizin Berlin, CC 3, Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Berlin

¹ Department of Prosthodontics, Geriatric Dentistry and CMD, (Director: Univ. Prof. Dr W.B. Freesmeyer), Charité - Universitätsmedizin Berlin, CC 3, Center for Dental and Craniofacial Sciences
Übersetzung: LinguaDent

1 • Einleitung

Patienten wünschen sich vor allem einen Zahnersatz, der ästhetisch und funktionell über einen langen Zeitraum seine Funktion erfüllt. Für den Zahnarzt sind neben den genannten Anforderungen eine einfache, rationelle und sichere Handhabung und Herstellung wichtig. Diesen Ansprüchen werden vollkeramische Kronensysteme zunehmend gerecht, und es wurden neue und innovative Methoden zur Herstellung von Zahnersatz entwickelt. Jede Neuentwicklung muss sich an dem Qualitätsstandard der über Jahre erfolgreich eingesetzten Methoden messen. Die beste Prüfung dafür ist die klinische Anwendung und die langfristige Beobachtung und Beurteilung der Versorgung. Die Verweildauer einer prothetischen Restauration, das heißt ihre Funktionsperiode unter Praxisbedingungen, kann als ein aussagekräftiges Erfolgskriterium für eine neue Methode oder Material anerkannt werden [7]. Mit Procera AllCeram wurde ein CAD/CAM-System mit außergewöhnlich viel versprechenden Eigenschaften und klinischen Möglichkeiten entwickelt [1]. Zu Beginn der Entwicklung konzentrierte man sich auf die computergestützte Herstellung von Titangerüsten für Kronen und Brücken. Durch Weiterentwicklung des Verfahrens gelang es hochfeste Aluminiumoxidkeramikplatten herzustellen [4]. Mit Procera AllCeram wird die industrielle Anfertigung mit einer individuellen Gestaltung, bei hoher Genauigkeit und akzeptablen Herstellungszeiten erfolgreich für Vollkeramikronen kombiniert [2]. In dieser klinischen Studie werden Ergebnisse für die Defekt- und Überlebensrate in Relation zu klinischen Parametern dieser Vollkeramikronen erhoben.

2 • Material und Methode

Die Untersuchungsgruppe umfasste 44 Patienten, die aus unterschiedlichen Gründen eine oder mehrere Einzelzahnversorgungen mit Procera AllCeram erhielten. Die Versorgung der Patienten mit Procera AllCeram-Kronen erfolgte in den Jahren 1997 bis 2001. Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass keine der untersuchten Procera AllCeram-Kronen eine Krone der gleichen Herstellungsart als Antagonisten aufwies. Andere Arten der Versorgung des Gegenzahnes, wie Füllungen, Kronen oder Brücken wurden zugelassen. Insgesamt wurden 100 Procera AllCeram-Kronen klinisch nachuntersucht. Eine Krone wurde nicht gewertet, da diese Krone zum Zeitpunkt der Untersuchung eine Totalfraktur aufwies, die durch Fremdeinwirkung (Intubation) während eines Klinikaufenthaltes verursacht wurde. In die statistischen Auswertungen wurden somit die Daten von 99 Kronen aufgenommen. Wichtige Angaben zur Eingliederung und Art der Zementierung wurden aus der Patientenakte übernommen. Bei allen Zähnen, die für die Aufnahme der Kronen ausgewählt wurden, wurde eine Hohlkehlpräparation (entsprechend der Angaben des Herstellers) mit supragingivaler, epigingivaler oder leicht subgingivaler Präparationsgrenze durchgeführt.

1 • Introduction

Patients ideally want a restoration with long-term functionality and aesthetics. Apart from meeting these requirements, it is important to the dentist that the technique and fabrication method are simple, practical and reliable. All-ceramic crown systems are increasingly meeting these criteria, and new and innovative techniques are being developed for fabricating restorations. Any new development has to compare favourably with the proven quality of established techniques. The best method of comparing techniques is the clinical application and long-term observation and evaluation of restorations. The survival rate of a prosthetic restoration, i.e. its functional period in situ, is accepted as a relevant criterion for the success of a new technique or material [7]. The newly developed Procera AllCeram CAD/CAM system has exceptionally promising properties and clinical options [1]. Initial development focused on computer-aided manufacture of titanium frameworks for crowns and bridges. Further development resulted in the fabrication of high-strength aluminium oxide ceramic copings [4]. Procera AllCeram successfully combines industrial fabrication with a customized build-up, high precision and reasonable fabrication times for all-ceramic crowns [2]. In this clinical study results for the defect rate and survival rate were recorded in relation to the clinical parameters of these all-ceramic crowns.

2 • Materials and methods

The study group comprised 44 patients, who for various reasons had been fitted with one or more Procera AllCeram single-tooth restorations. The patients were fitted with Procera AllCeram crowns during the period 1997 to 2001. A criterion for selection was that none of the Procera AllCeram crowns had an opposing crown fabricated from the same type of material. Other types of restoration on the opposing tooth, e.g. fillings, crowns or bridges, were acceptable. A total of 100 Procera AllCeram crowns were clinically examined. One crown was not evaluated, as at the time of examination it had a full fracture, which was caused by a factor beyond our control (intubation) during a stay in hospital. The data of 99 crowns was therefore included in the statistical analysis. Relevant information on fitting the crown and the type of cementation was obtained from the patient file. All the teeth, which had been selected for being fitted with crowns, were prepared with a deep chamfer (according to manufacturer's instructions) with supragingival, epigingival or slightly subgingival preparation margins.

The plaque index and classified sulcus bleeding index were recorded at the crown and natural reference tooth. The plaque index according to *Silness* and *Löe* was deter-

Kategorien Categories	Befriedigend Satisfactory		Nicht akzeptabel Unacceptable	
	Exzellent Excellent	Akzeptabel Acceptable	Reparierbar/ Korrigierbar Reparable/ Adjustable	Nicht korrigierbar/ Erneuerungsbedürftig Irreparable/ Remake required
Randqualität Marginal integrity	Bezogen auf die Richtlinien According to the guidelines	Leichte marginale Diskrepanz entlang des Randes, Verfärbung des Randes zwischen Zahn und Krone Slight discrepancy along the margin, discoloration of the margin between the tooth and crown	Fehlerhafter, falscher Rand, durchdringende Verfärbung entlang des Randes Defective, incorrect margin, discoloration penetrating along the margin	Bewegliche Restauration, frakturierte Krone. Kontinuierlich Karies am Rand, frakturierte Zahnstruktur Restoration loose, fractured crown, continuous caries at the margin, fractured tooth structure
Anatomie/ Okklusion Anatomy/ Occlusion	Bezogen auf die Richtlinien According to the guidelines	Leicht überkonturiert/ unterkonturiert, Okklusion nicht vollständig funktional, Randleiste leicht unterkonturiert, Kontaktpunkt leicht geöffnet, Form kann eine Speiseimpaktation verursachen Slightly over contoured/ under contoured, occlusion not fully functional, marginal ridge slightly under contoured, contact point slightly open, shape may cause food impaction	Krone unterkonturiert/ überkonturiert, Okklusion ist in Mitleidenschaft gezogen, fehlerhafter Kontaktpunkt, Form verursacht Speiseimpaktation und Irritation Crown under contoured/ over contoured, occlusion detrimentally affected, faulty contact point, shape causes food impaction and irritation	Traumatisierte Okklusion, grobe Nonokklusion Traumatized occlusion, gross non-occlusion
Oberfläche/ Farbe Surface/ Shade	Bezogen auf die Richtlinien According to the guidelines	Unebene, raue Oberfläche, leichtes Missverhältnis beim Farbton zw. Krone und Zahn Uneven, rough surface, slight mismatch in shade between the crown and tooth	Irreguläre Oberfläche nicht entsprechende Anatomie, fehlerhafter Farbton zw. Krone und Zahn Irregular surface does not correspond to the anatomy, incorrect shade match between the crown and tooth	Frakturierte Oberfläche, glänzende Porosität im Kronenmaterial Fractured surface, shiny porosity in the crown material

Tabelle 1 Kriterien der CDA-Bewertung (Ryge 1980).

Table 1 CDA quality evaluation criteria (Ryge 1980).

Bei der Krone und dem natürlichen Kontrollzahn wurden der Plaqueindex und der aufgeschlüsselte Sulkus-Blutungsindex erhoben. Der Plaqueindex nach *Silness* und *Löe* wurde visuell mit Spiegel und Sonde bestimmt [12]. Es wurden keine Anfärbungen vorgenommen. Der in drei Kategorien aufgeteilte Sulkus-Blutungsindex wurde unmittelbar nach dem Plaqueindex erhoben. Hierbei wurden die Farbe der Gingiva, die Blutung und das eventuelle Vorhandensein eines Ödems beurteilt. Als Kontrollzahn wurde der im Kiefer gegenüberliegende gleichartige natürliche Zahn ausgewählt. In den Fällen, in denen dies nicht möglich war, wurden ein Nachbarzahn bzw. identische Zähne im Gegenkiefer als Kontrollzahn genutzt.

Die Kronen wurden mittels der CDA-Bewertung in den Unterteilungen Randqualität, Anatomie/Okklusion und Oberfläche/Farbe beurteilt. Ein Vorteil des CDA-Systems liegt in der Tatsache, dass es eine systematische Vorge-

mined visually using a mirror and probe [12]. Dye was not used. The sulcus bleeding index, which was divided into three categories, was recorded immediately after the plaque index. This assessed the color of the gingiva, bleeding and any existing oedema. The natural contralateral tooth of the same denomination was selected as the reference tooth. In those cases in which this was not possible, an adjacent tooth or an identical tooth in the opposing dentition was used as the reference tooth.

The crowns were assessed using the CDA quality evaluation criteria of marginal integrity, anatomy/occlusion and surface/shade. An advantage of the CDA system is that it requires a systematic technique and forces the examiner to take two categories into consideration [11]. The two evaluations are "satisfactory" and "not acceptable". There are two further possible subcategories within each of these two main categories. Under "satisfactory" there are the subcategories of "excellent" and "acceptable". Under



Abbildung 1 Zahn 16 mit Fraktur innerhalb der Verblendkeramik und des Kernmaterials.

Figure 1 Tooth 16 with a fracture in the facing porcelain and the core material.

	Oberkiefer Upper jaw	Unterkiefer Lower jaw	Insgesamt Total
Schneidezähne Incisors	51	0	51
Eckzähne Canines	3	0	3
Prämolaren Premolars	18	9	27
Molaren Molars	11	7	18
Insgesamt Total	83	16	99

Tabelle 2 Verteilung der untersuchten Kronen.

Table 2 Distribution of the crowns.

hensweise voraussetzt und den Untersucher zwingt, in zwei Kategorien zu denken [11]. Die beiden Bewertungen sind „befriedigend“ und „nicht akzeptabel“. Innerhalb dieser beiden Hauptkategorien sind jeweils zwei weitere Unterteilungen möglich. Für „befriedigend“ gibt es die weiteren Einteilungen „exzellent“ und „akzeptabel“. Für „nicht akzeptabel“ kann in „reparierbar/korrigierbar“ und „nicht korrigierbar/erneuerungsbedürftig“ unterschieden werden. Weiterführende Erläuterungen dieser Einteilungen zeigt die Tabelle 1.

Besondere Aufmerksamkeit wurde vorliegenden Defekten gewährt. Es handelte sich dabei um jegliche Art der Beschädigungen der Kronen, wie Sprünge und Abplatzungen innerhalb der Verblendkeramik wie auch des Kernmaterials. Beschädigungen, die sowohl die Verblendkeramik als auch das Kernmaterial betrafen, wurden als Fraktur und damit als „nicht akzeptabel“ angesehen (Abb. 1). Diese waren nicht tolerierbar, und somit wurde eine Entfernung und Erneuerung dieser betroffenen Kronen notwendig. Die Anzahl dieser aufgetreten Beschädigung-

1. Anamnese bezüglich Parafunktionen: Ja Nein
 Anamnesis regarding parafunctions: Yes No

2. Lokalisation des Keramikdefektes?
 Location of the porcelain defect?

3. Art des Defektes?
 Type of defect?

4. Ungefähre Fläche in mm²:
 Approximate surface in mm²:

5. Hauptsächlicher Verlauf?
 Main direction

Aufbrennkeramik
 Facing porcelain

Kern
 Core

6. Wann erfolgte der Defekt?
 When did the defect occur?

7. Sind Sprünge in der Keramik vorhanden? Ja Nein
 Are there cracks in the porcelain? Yes No

Anzahl:
 Number:

Jeweilige Lokalisation:
 Location of each crack:

Jeweilige Länge:
 Length of each crack:

8. Weitere Keramikdefekte (z.B. Poren)? Ja Nein
 Other porcelain defects (e.g. porosity)? Yes No

9. Defekt tolerierbar/ korrigierbar? Ja Nein
 Defect tolerable/ repairable? Yes No

10. Entfernung erforderlich? Ja Nein
 Removal required? Yes No

Abbildung 2 Komplikationsprotokoll.

Figure 2 Complication protocol.

“not acceptable” a distinction can be made between “repaired or corrected” and “must be remade, replaced”. A more detailed explanation of these categories is included in Table 1.

In particular existing defects involving any type of damage to the crown, e.g. cracks and chipping of the porcelain or core material, were recorded. Damage that affected both the porcelain and the core material was regarded as a fracture and therefore as “not acceptable” (Fig. 1). As this damage was unacceptable, the crowns had to be removed and remade. The defect rate clearly illustrates the incidences of damage and a complication protocol was drawn up in relation to the defect rate (Fig. 2).

Finally, patients were surveyed regarding their satisfaction with the restoration and any incidences, hypersensitivity or food impaction etc., which were only evaluated by points in this questionnaire.

Kaplan-Meier analysis was used for recording the defect rate and fracture rate of the crowns. The individual val-

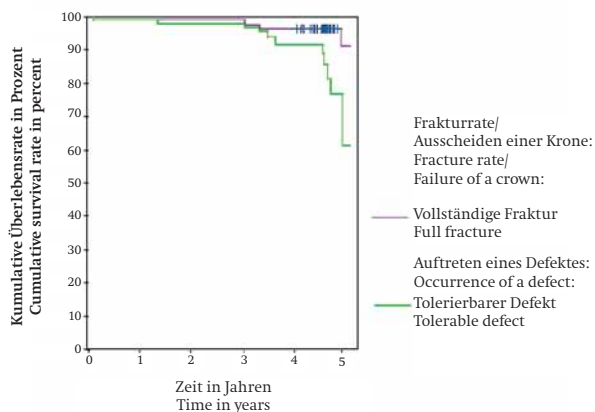


Abbildung 3 Kaplan-Meier-Diagramm mit Darstellung vollständiger Frakturen und tolerierbarer Defekte.

Figure 3 Kaplan-Meier diagram illustrating full fractures and tolerable defects.

gen verdeutlicht die ermittelte Defektrate, wozu ein Komplikationsprotokoll erstellt wurde (Abb. 2).

Abschließend wurden die Patienten anhand eines Fragebogens hinsichtlich ihrer Zufriedenheit und aufgetretener Ereignisse, Überempfindlichkeiten oder Speiseimpaktationen u.a. befragt, die in dieser Zusammenstellung nur punktuell ausgewertet wurden.

Zur Ermittlung der Defektrate und Frakturrate der untersuchten Kronen wurde die Auswertung nach *Kaplan-Meier* angewandt. Die einzelnen Werte, die einem direkten Vergleich unterzogen werden sollen, wurden ausgezählt, in einer Vierfelder-Tabelle gegenübergestellt und mit Hilfe des χ^2 -Tests ausgewertet. Mit dem U-Test von *Mann, Whitney* und *Wilcoxon* wurde ein nicht-parametrischer Test angewandt und somit zwei unabhängige Stichproben hinsichtlich ihrer Tendenz verglichen.

Da es sich um eine retrospektive Studie handelt, war ein Votum der Ethikkommission nicht notwendig. Der Zeitraum der Nachuntersuchung erstreckte sich zwischen 2002 – 2005.

3 • Ergebnisse

Von den insgesamt 99 Procera AllCeram-Kronen befanden sich 54 Kronen im Frontzahngebiet und 45 Kronen im Seitenzahngebiet. Eine genaue Verteilung der Kronen fasst die Tabelle 2 zusammen. Es wurden 44 Patienten untersucht, davon 27 Frauen und 17 Männer. Das durchschnittliche Alter der Patienten lag bei 47 Jahren. Dabei reichte das Alter der Patienten von 23 bis 81 Jahren. Die untersuchten Kronen befanden sich durchschnittlich 52 Monaten in situ. Dies entspricht einem Zeitraum von 4,3 Jahren unter Funktion. Die Zeitspanne lag zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen zehn Monaten als geringsten und 64 Monaten als längster Zeitraum. Drei der Kronen befanden sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung über fünf Jahre in Funktion.



Abbildung 4 Seitenansicht des Teils einer vollständig frakturierten Procera AllCeram-Krone.

Figure 4 Lateral view of a section of a Procera AllCeram crown with a full fracture.

ues, which were to be compared directly, were enumerated, compared in a four-field table and analysed using the χ^2 test. The nonparametric *Mann-Whitney* and the *Wilcoxon* U-test were used to compare the tendency of two independent samples.

As this was a retrospective study, approval by the Ethics Commission was not required. Follow-up examinations were carried out in the period between 2002 and 2005.

3 • Results

Fifty-four of the 99 Procera AllCeram crowns were located in the anterior region and 45 in the posterior region. Table 2 illustrates the precise distribution of the crowns. Forty-four patients, 27 women and 17 men, were examined. The average age of the patients was 47 years. The age of the patients ranged from 23 to 81 years. The average time in situ of the crowns was 52 months. This represents a functional period of 4.3 years. The shortest period of time prior to examination was ten months and the longest was 64 months. Three of the crowns had been functioning in situ for over five years at the time of the follow-up examination.

Eleven of the Procera Allceram crowns had *defects*, though no distinction was made between damage in the

		Randqualität Marginal integrity		Anatomie/ Farbe Anatomy/ Shade		Oberfläche/ Farbe Surface/ Shade	
Befriedigend Satisfactory	Exzellent Excellent	75	75,8 %	90	89,9 %	85	83,3 %
	Akzeptabel Acceptable	20	20,2 %	9	10,1 %	10	11,1 %
Nicht akzeptabel Unacceptable	Tolerierbar Tolerable	2	2 %	0	0 %	1	1 %
	Nicht tolerierbar Not tolerable	2	2 %	0	0 %	4	4,1 %
Insgesamt		99	100 %	99	100 %	99	100 %

Tabelle 3 Verteilung innerhalb der CDA-Bewertung.

Table 3 Distribution according to CDA quality evaluation.

Elf der Procera Allceram-Kronen wiesen Defekte auf, wobei nicht unterschieden wurde, ob es sich um eine Beschädigung innerhalb der Verblendkeramik oder um eine vollständige Fraktur der Krone, d. h. auch des Kernmaterials, handelte. Die Überlebensrate der Kronen ohne Beschädigung lag nach einem Zeitraum von drei Jahren bei 97,9 % und nach fünf Jahren bei 76,6 % (Abb. 3). Die absolute Frakturrate nach 5 Jahren lag bei 3 %, da 3 der 11 beschädigten Kronen totale Frakturen aufwiesen (Abb. 4). Diese Kronen wurden entfernt und erneuert.

Bei 64 % der defekten Kronen wurden vorhandene Parafunktionen wie Knirschen und Pressen vom Patienten angegeben, während bei den nicht beschädigten Kronen nur in 31 % Parafunktionen angegeben wurden. Für diesen Vergleich wurde mittels des Chi-Quadrat-Tests ein signifikanter Unterschied ermittelt ($p = 0,03$). 82 % der Kronen mit Defekten befanden sich im Seitenzahnbereich, mit einem signifikanten Zusammenhang zwischen der Lokalisation der Krone und dem Auftreten eines Defekts ($p < 0,01$).

Nach einem Zeitraum von durchschnittlich 52 Monaten wiesen 97 % der Kronen insgesamt eine „befriedigende“ Bewertung innerhalb der CDA-Kriterien auf. Davon wurden 83,2 % mit „exzellent“ bewertet, 13,8 % mit „akzeptabel“. Nur für 3 % der Kronen lag eine „nicht akzeptable“ Bewertung vor. Bei den einzelnen Unterteilungen erhielten bei der Randqualität 96 % der Kronen eine „befriedigende“ Beurteilung. Für den Bereich Oberfläche/Farbe waren 94,9 % „befriedigend“ und 5,1 % „nicht akzeptabel“. In der Kategorie Anatomie/Okklusion wurden 100 % der Kronen mit „befriedigend“ bewertet. Tabelle 3 illustriert die Verteilung innerhalb der CDA-Bewertung.

Beim *Plaqueindex* zeigten im direkten Vergleich 50,5 % der untersuchten Procera AllCeram-Kronen einen niedrigeren Wert als der natürliche Kontrollzahn. Bei 48,4 % der Kronen waren die Bewertungen des *Plaqueindex* identisch mit dem Kontrollzahn. Die statistische Analyse zeigt einen signifikanten Unterschied ($p < 0,01$). Bei dem direkten Vergleich der Werte für die Farbveränderung der Gingiva wiesen 76,8 % der Kronen einen identischen Wert wie

facing porcelain or a full fracture of the crown, i.e. including the core material. The survival rate of the crowns without any damage was 97.9 % after three years and 76.6 % after five years (Fig. 3). The absolute fracture rate after 5 years was 3 %, as 3 of the 11 damaged crowns had full fractures (Fig. 4). These crowns were removed and remade.

64 % of the defective crowns were in patients with existing parafunctions like grinding and clenching, while parafunctions were documented in only 31 % of cases of patients with undamaged crowns. A significant difference was found for this comparison using the Chi-square test ($p = 0.03$). 82 % of the crowns with defects were in the posterior region, with a (highly) significant correlation between the location of the crown and the occurrence of a defect ($p < 0.01$).

After an average period of 52 months 97 % of the crowns were evaluated overall as “satisfactory” according to the CDA criteria. 83.2 % of these were evaluated as “excellent” and 13.8 % as “acceptable”. Only 3 % of the crowns were evaluated as “not acceptable”. In the individual subcategories 96 % of the crowns were evaluated as “satisfactory” for marginal integrity. For the category surface/shade 94.9 % were “satisfactory” and 5.1 % were “not acceptable”. In the category anatomy/occlusion 100 % of the crowns were evaluated as “satisfactory”. Table 3 illustrates the distribution according to the CDA quality evaluation.

In a direct comparison 50.5 % of the Procera AllCeram crowns had a lower *plaque index* than the natural reference tooth. 48.4 % of the crowns had the same *plaque index* as the reference tooth. Statistical analysis indicated a (highly) significant difference ($p < 0.01$). In a direct comparison the gingiva at 76.8 % of the crowns exhibited the same degree of discoloration as at the reference tooth. In 21.2 % the gingiva at the crowns exhibited less discoloration than at the reference tooth. Statistical analysis also indicated a (highly) significant difference ($p < 0.01$). Comparison of oedema formation at the crown and reference tooth did not produce any significant difference ($p = 0.227$). 72.2 % of the crowns had the same bleeding index

der Kontrollzahn auf. 21,2 % der Kronen erhielten niedrigere Werte als der Kontrollzahn. Die statistische Analyse verdeutlichte ebenfalls einen signifikanten Einfluss ($p < 0,01$). Der Vergleich der Ödembildung an der Krone und dem Kontrollzahn ergab keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,227$). 72,2 % der Kronen erhielten identische Blutungswerte wie der Kontrollzahn. 26,2 % der Kronen zeigten niedrigere Werte im Blutungsindex. Für dieses Ergebnis ergab die statistische Analyse einen signifikanten Unterschied ($p < 0,01$). Für den Vergleich des Vorhandenseins von Plaque an der Krone mit der Kontur des Kronenrandes konnte ebenfalls kein signifikanter Einfluss festgestellt werden ($p = 0,951$). Bei der Betrachtung der Farbveränderung der Gingiva und der Lage des Kronenrandes waren keine Zusammenhänge festzustellen ($p = 0,561$). Für den Untersuchungsparameter Kontur des Kronenrandes konnte gegenüber dem Auftreten einer Rötung der Gingiva ein signifikanter Einfluss deutlich gemacht werden ($p = 0,025$). Bei dem Vergleich der Lage des Kronenrandes mit dem Auftreten einer ödematösen Schwellung der Gingiva zum Kronenzahn konnte kein signifikanter Unterschied ermittelt werden ($p = 0,50$). Bezogen auf die Kontur des Kronenrandes verbunden mit einem Ödem der Gingiva wurde lediglich bei einer Krone ohne Stufe eine Schwellung festgestellt. Dagegen wiesen 55 Kronen ohne Stufe kein Ödem auf. In diesem Fall ergab die Analyse einen signifikanten Unterschied ($p < 0,01$). Bei 18 Kronen mit supragingival gelegenen Kronenrand war eine Blutung vorhanden und bei vier Kronen keine Blutung. Bei subgingivalem/paragingivalem Kronenrand war bei 38 Kronen eine Blutung sichtbar und bei 39 Kronen nicht. Hierfür wurde ein signifikanter Unterschied ermittelt ($p < 0,01$). Die Kontur des Kronenrandes zeigte demgegenüber keinen signifikanten Einfluss auf den Blutungsindex ($p = 0,22$).

Die untersuchten Patienten waren mit den eingegliederten Kronen zufrieden und würden sich zu 95 % wieder für diese Art der Versorgung entscheiden.

4 • Diskussion

Nach drei Jahren lag die Überlebensrate bei 97,9 %. Bei *Odén et al.* [8] lag die Überlebensrate nach einem Zeitraum von fünf Jahren bei 94 %. Dabei wurden Procera-Kronen untersucht, die mit Vitadur N (Vita Zahnfabrik) verblendet wurden. Im Rahmen dieser Studie wurden die untersuchten Kronen mit AllCeram (Ducera GmbH) verblendet. In der Studie von *Ödman et al.* [9] wurde eine Überlebensrate von 97,7 % nach fünf Jahren und von 93,5 % nach zehn Jahren ermittelt. Im Vergleich dazu lag die Überlebensrate für zwei Jahre bei IPS Empress-Kronen bei 95 % [3]. Für die insgesamt 99 untersuchten Procera AllCeram-Kronen lag die Frakturrate bei 3 %. Bei der Untersuchung von *Odén et al.* [8] betrug die Frakturrate ebenfalls 3 % nach fünf Jahren in Funktion. *Ödman et al.* [9] ermittelte eine Frakturrate von 7 % für einen Zeitraum von zehn Jahren. Im Vergleich dazu lag die Frakturrate von IPS Empress-Kronen bei 6 % [13]. Nach einem Zeitraum von 52 Monaten konnten in dieser Studie 97 % der Kronen mit „befriedi-

as the reference tooth. 26.2 % of the crowns had a lower bleeding index. Statistical analysis produced a significant difference for this result ($p < 0.01$). There was also no significant difference in plaque formation at the crown in relation to the contour of the crown margin ($p = 0.951$). No correlation between discoloration of the gingiva and location of the crown margin was established ($p = 0.561$). A significant difference was clearly established for the parameter contour of the crown margin in relation to reddening of the gingiva ($p = 0.025$). No significant difference was established when oedematous swelling of the gingiva at the crown tooth was considered in relation to the position of the crown margin ($p = 0.50$). Only one shoulderless crown had swelling involving oedema of the gingiva in relation to the contour of the crown margin, while 55 shoulderless crowns did not have oedema. In this instance analysis produced a significant difference ($p < 0.01$). There was bleeding at 18 crowns with supragingival crown margins and no bleeding at 4 crowns. With subgingival/paragingival crown margins there was visible bleeding at 38 crowns and no bleeding at 39 crowns. A significant difference was recorded for this ($p < 0.01$). The contour of the crown margin on the other hand did not have a significant effect on the bleeding index ($p = 0.22$).

The patients in this study were satisfied with the fitted crowns and 95 % of the patients would choose this type of restoration again.

4 • Discussion

After three years the survival rate was 97.9 %. The survival rate with *Odén et al.* [8] was 94 % after five years. In that study Procera crowns were examined that had been faced with Vitadur N (Vita Zahnfabrik, Germany). In this study the crowns were faced with AllCeram (Ducera GmbH, Germany). A study by *Ödman et al.* [9] recorded a survival rate of 97.7 % after five years and 93.5 % after ten years. In comparison the survival rate of IPS Empress crowns over two years was 95 % [3]. The fracture rate for the 99 Procera AllCeram crowns in the study was 3 %. In the study by *Odén et al.* [8] the fracture rate was also 3 % after five years in situ. *Ödman et al.* [9] recorded a fracture rate of 7 % over a ten-year period. In comparison the fracture rate with IPS crowns was 6 % [13]. In this study 97 % of the crowns were evaluated as “satisfactory” after 52 months and 83.2 % of those crowns were rated as “excellent”. With *Odén et al.* [8] 55 % of the crowns were rated as “excellent” in an overall evaluation of the crowns after five years.

gend“ bewertet werden. 83,2 % davon erhielten eine Beurteilung mit „exzellent“. Bei *Odén* et al. [8] schnitten bei der Gesamteinschätzung der Kronen nach einem Zeitraum von fünf Jahren 55 % der Kronen mit „exzellent“ ab.

Beim Plaqueindex wurde ein signifikanter Unterschied zwischen Krone und Kontrollzahn ermittelt ($p = 0,00$). In einer Untersuchung mit IPS Empress-Kronen von *Gemalmaz* et al. [3] wurde ebenfalls zwischen Krone und Kontrollzahn ein signifikanter Unterschied festgestellt ($p = 0,05$). Die Untersuchung von *Kelsey* et al. [6] wies ebenfalls nach, dass die Plaqueretention an der Keramik geringer ist als an anderen Materialien bzw. dem natürlichen Zahn.

Ein signifikantes Ergebnis wurde bei dem Vergleich der Blutung zwischen Krone und Kontrollzahn festgestellt ($p = 0,00$). In der Studie von *Ödman* et al. [9] wiesen 39 % der Flächen der Kronen und 27 % der Flächen der Kontrollzähne eine Blutung nach Sondierung auf. Der Vergleich der erhobenen Werte für den Zustand der Gingiva mit denen eines Kontrollzahnes ist eine geeignete Methode, den Einfluss von unterschiedlichen Materialien zu bestimmen, die bei vielen klinischen Untersuchungen angewandt wurde [5, 10, 14].

Von den insgesamt 34 Kronen, die bei Patienten mit Parafunktionen untersucht wurden, wiesen sieben Kronen einen Defekt auf. Dagegen wurden 65 Kronen bei Patienten ohne parafunktionale Aktivitäten untersucht, von denen nur 4 Kronen Defekte aufwiesen. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Defekten und Frakturen ist bei Patienten mit Parafunktionen ist somit deutlich größer ($p = 0,03$). *Ödman* et al. [9] beschrieben ebenfalls, dass 2 von 4 Kernfrakturen bei Kronen auftraten, bei denen beim Patienten Parafunktionen festgestellt wurden. Im Vergleich zwischen Lokalisation der Kronen im Mund und den diagnostizierten Defekten konnte ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden ($p < 0,01$). Von insgesamt 11 Defekten wurden 9 Defekte bei Kronen im Seitenzahnbereich diagnostiziert. Auch befanden sich die 3 Kronen ausschließlich im Seitenzahnbereich, die aufgrund der Fraktur des Kernmaterials erneuert werden mussten. In der Studie von *Odén* et al. [8] befanden sich alle defekte Kronen auf Molaren und Prämolaren. Bei *Ödman* et al. [9] war nur eine Krone mit vorhandener Fraktur des Kernmaterials im Frontzahngebiet lokalisiert.

5 • Schlussfolgerung

Die Überlebensrate und der Anteil der Kronen mit aufgetretenen Frakturen zeigen, dass Vollkeramikronen von Procera AllCeram mit anderen Vollkeramiksystemen vergleichbar sind. Die Wahrscheinlichkeit einer Fraktur der Krone entspricht somit langjährigen klinischen Studien angewandter Vollkeramikronen auf der Basis von Aluminiumoxid-Kernmaterial. Der größte Anteil der Kronen mit Defekten befand sich im Seitenzahnbereich und bei Patienten mit Parafunktionen. Es ist somit zu empfehlen, dass bei Patienten mit Parafunktionen (Knirschen und Pressen) eine Versorgung mit Vollkeramikronen im Seitenzahngebiet (Molarengbiet) mit Zurückhaltung zu be-


A significant difference between the crown and reference tooth was recorded for the plaque index ($p = 0.00$). In a study involving IPS Empress crowns by *Gemalmaz* et al. [3] there was also a significant difference between the crown and reference tooth ($p = 0.05$). A study by *Kelsey* et al. [6] also verified that there is less plaque retention on porcelain than on other materials or on a natural tooth.


A significant difference was established in a comparison of bleeding on probing between the crown and reference tooth ($p = 0.00$). In the study by *Ödman* et al. [9] there was bleeding on probing at 39 % of the crowns and 27 % of the reference teeth. Comparison of the values recorded for the condition of the gingiva with those of a reference tooth is a relevant technique for determining the effect of different materials used in many clinical investigations [5, 10, 14].

Seven of the 34 crowns, which were examined in patients with parafunctions, had a defect. In comparison only 4 of the 65 crowns that were examined in patients without parafunctions had defects. As a result there is a much greater probability of a defect or fracture in patients with parafunctions ($p = 0.03$). *Ödman* et al. [9] also reported that 2 out of 4 core fractures occurred in crowns in patients with parafunctions. A (highly) significant correlation was documented in a comparison between the location of the crowns intraorally and the diagnosed defects ($p < 0.01$). Nine of the 11 defects were diagnosed in the posterior region. The three crowns, which had to be remade due to fracture of the core material, were also located in the posterior region. In the study by *Odén* et al. [8] all defective crowns were located on molars and premolars. Only one crown with a fracture of the core material was located in the anterior region in the study by *Ödman* et al. [9].

5 • Conclusion

The survival rate and the proportion of crowns with fractures indicate that all-ceramic crowns fabricated using Procera AllCeram are comparable to those fabricated using other all-ceramic systems. The probability of a fracture of the crown is therefore the same as that for all-ceramic crowns with an aluminium oxide core as documented in long-term clinical studies. The largest proportion of crowns with defects was in the posterior region and in patients with parafunctions. We therefore recommend that, in the case of patients with parafunctions (grinding and clenching), treatment with all-ceramic crowns in the posterior region (molar region) should be

gegen ist. Die Untersuchung zeigt auch, dass durch die Versorgung mit Vollkeramikronen keine signifikante Verschlechterung der parodontalen Parameter, wie Plaqueindex, Blutungsindex u.a. zu erwarten ist. Auftretende Veränderungen sind mehr auf den allgemeinen Parodontal- bzw. Hygieniezustand des Patienten zurückzuführen. Letztendlich zeigt die vorliegende Untersuchung, dass mit Vollkeramikronen auf der Basis „Procera AllCeram“ gute Langzeitergebnisse und „exzellente“ ästhetische und qualitative Ergebnisse zu erzielen sind. 

given careful consideration. This study also indicates that treatment with all-ceramic crowns does not tend to have a significant detrimental effect on periodontal parameters like plaque index, bleeding on probing index etc. Any changes are more likely to be caused by the patient's general periodontal condition or oral hygiene regime. Finally, this study indicates that good long-term outcomes and "excellent" aesthetics and quality can be attained with all-ceramic crowns on a "Procera AllCeram" core. 

Literatur

1. Brunton PA, Smith P, McCord JF, Wilson NH: Procera all-ceramic crowns: a new approach to an old problem? *Br Dent J* 186, 430-444 (1999)
2. Darle C: Procera - How did it start? Interview with Dr Matts Andersson. Nobel Biocare-Talk of the Times 3, 13-16 (1998)
3. Gemalmaz D, Ergin S: Clinical evaluation of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 87, 189-196 (2002)
4. Hegenbarth EA: Das PROCERA-System. *Quintessenz Zahntech* 22, 1098-1114 (1996)
5. Kancyper SG, Koka S: The influence of intracrevicular crown margins on gingival health: preliminary findings. *J Prosthet Dent* 85, 461-465 (2001)
6. Kelsey WP 3rd, Cavel WT, Blankenau RJ, Barkmeier WW, Wilwerding TM, Latta MA: 4-year clinical study of castable ceramic crowns. *Am J Dent* 8, 259-262 (1995)
7. Kerschbaum T, Paszyna C, Klapp S, Meyer G: Verweilzeit und Risikoanalyse von festsitzendem Zahnersatz. *Dtsch Zahnärztl Z* 46, 20-24 (1991)
8. Odén A, Andersson M, Krystek J, Magnusson D: Five-year clinical evaluation of Procera Allceram crowns. *J Prosthet Dent* 80, 450-456 (1998)
9. Ödman P, Andersson B: Procera AllCeram Crowns followed for 5 to 10,5 years, a prospective clinical study. *Int J Prosth* 14, 504-509 (2001)
10. Reitemeier B, Hänsel K, Walter MH, Kastner C, Toutenburg H: Effect of posterior crown margin placement on gingival health. *J Prosthet Dent* 87, 162-172 (2002)
11. Ryge G: The California Dental Association Quality Evaluation System, a standard for self assessment. *Quality Evaluation of Dental Restorations* 273-290 (1989)
12. Silness J: Periodontal conditions in patients treated with dental bridges. *J Periodontol Res* 5, 60-68 (1970)
13. Sjögren G, Lantto R, Granberg A, Sundstrom BO, Tillberg A: Clinical examination of leucite-reinforced glass-ceramic crowns (Empress) in general practice, a retrospective study. *Int J Prosthodont* 12, 122-128 (1999)
14. Smedberg JL, Ekenbäck J, Lothigus E, Arvidson K: Two-year follow-up study of Procera-ceramic fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 11, 145-149 (1998)

• Korrespondenzadresse:

Univ.-Prof. Dr . W.B. Freesmeyer
 Abteilung für zahnärztliche Prothetik,
 Alterszahnmedizin und Funktionslehre
 Charité – Universitätsmedizin Berlin
 Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
 (CC3, CBF)
 Alßmannshausenstr. 4-6
 14197 Berlin
 E-Mail: wolfgang.freesmeyer@charite.de