

Aus der Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde

Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar

Direktor: Prof. Dr. M. Karl

**Biologische, technische und ästhetische Kriterien
bei Teleskopkronen aus
Metall-Legierungen und Zirkoniumdioxidkeramik
– eine vergleichende Untersuchung**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät der

UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2021

vorgelegt von:

Janina Maria Hohenschurz

geb. am: 26.07.1997 in Völklingen

Tag der Promotion: 27.09.2021
Dekan: Prof. Dr. M. D. Menger
1. Berichterstatter: Prof. Dr. M. Karl
2. Berichterstatter: Prof. Dr. M. Hannig

Meiner Familie
in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	1
1.1	Deutsche Zusammenfassung	1
1.2	Abstract.....	4
2	EINLEITUNG	7
2.1	Literaturübersicht	7
2.2	Ziel der Arbeit	10
3	MATERIAL UND METHODE	11
3.1	Biologische Parameter.....	11
3.2	Komplikationen	16
3.3	Technisch-funktionelle Parameter	19
3.4	Ästhetische Parameter	19
3.5	Auswertung und statistische Verfahren	20
4	ERGEBNISSE	22
4.1	Biologische Parameter.....	23
4.2	Komplikationen	28
4.3	Technisch-funktionelle Parameter	30
4.4	Ästhetische Parameter	31
5	DISKUSSION	34
5.1	Kritische Betrachtung der eigenen Untersuchung und Vergleich mit den Ergebnissen der Literatur.....	34
5.2	Limitationen der Studie	49
5.3	Schlussfolgerung	50
6	LITERATURVERZEICHNIS	51
7	PUBLIKATION / DANKSAGUNG	69
7.1	Posterpräsentationen.....	69
7.2	Publikation	69
7.3	Danksagung.....	70
8	LEBENS LAUF	71
9	ANHANG	72
9.1	Abkürzungsverzeichnis	72
9.2	Auswertungstabellen	73
9.3	Untersuchungsmaterial	79

1 Zusammenfassung

1.1 Deutsche Zusammenfassung

Einleitung: Die Teleskopprothese stellt eine bewährte Versorgungsmöglichkeit beim teilbezahnten Patienten sowie im stark reduzierten Restgebiss dar. Vorteilhaft sind ein sicherer Halt, guter Zugang zu den Pfeilerzähnen und erleichterte Reinigungsmöglichkeiten. Da in jüngster Zeit Zahnersatz aus Zirkoniumdioxidkeramik vermehrt Anwendung findet, tritt immer häufiger die Frage nach der Zweckmäßigkeit herkömmlicher Materialien in der Mundhöhle auf. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, biologische, technisch-funktionelle und ästhetische Kriterien bei Primärteleskopen aus Metall und Keramik zu untersuchen, um Rückschlüsse hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit zu ziehen und Empfehlungen für Neuversorgungen zu gewinnen.

Material und Methode: Die Untersuchung erfolgte nach Einholen des Ethikkommission-Votums (Kenn-Nr. 46/19) bei jeweils 14 Patienten beider Materialgruppen, wobei 81 metallische (M) und 76 keramische Primärkronen (K) analysiert wurden. Das Alter der Patienten lag im Mittel bei 69,25 Jahren für die Metallgruppe und bei 72,93 Jahren für die Keramikgruppe (Zahnersatz 3,6 bzw. 8,8 Jahre in situ). Die Nachuntersuchung umfasste biologische Parameter, ermittelte aufgetretene Komplikationen und bewertete mittels Fragebogen und Zehn-Punkte-Skala technisch-funktionelle und ästhetische Gesichtspunkte.

Ergebnisse: Bei den biologischen Parametern reagierten im Median 100,00 % der Metallkronen und 32,50 % der Keramikronen positiv auf Kältereiz ($P = 0,007$). Der Perkussionstest zeigte in beiden Gruppen keine pathologische Reaktion ($P = 0,759$). Die Erhebung des Plaque Control Record als Mundhygieneindex wies Mittelwerte von 43,52 % (M) und 44,30 % (K) auf ($P = 0,904$). Der Gingival Bleeding Index zur Gingivitisdiagnose ergab an durchschnittlich 35,39 % (M) gegenüber 46,76 % (K) der Messstellen eine oberflächliche Sulkusblutung ($P = 0,127$). Bei Bestimmung von Bleeding on Probing als Parameter der Parodontitisdiagnose wurde an 32,30 % (M) zu 47,66 %

(K) der untersuchten Stellen eine tiefe Taschenblutung registriert ($P = 0,030$) - die Sondierungstiefen lagen durchschnittlich bei 2,19 mm bzw. bei 2,55 mm ($P = 0,098$). Eine gingivale Rezession zeigte sich in der Metallgruppe mit mittleren Werten von 0,51 mm und in der Keramikgruppe mit 0,40 mm ($P = 0,438$). Summierend aus den Ergebnissen von Rezession und Sondierungstiefe ergab sich ein Attachment-Level von 2,70 mm (M) zu 2,95 mm (K; $P = 0,348$). Die Bestimmung des Lockerungsgrades der Pfeilerzähne mittels Periotest-Messung ergab Durchschnittswerte von 09 (M) zu 08 (K).

An Komplikationen wurden Verluste von 3 metallischen und 7 keramischen Teleskoppeilern berichtet. Nach Eingliederung der Teleskopprothesen mussten 2,47 % der metallischen und 19,74 % der keramischen Teleskoppeiler endodontisch behandelt werden ($P < 0,001$). Pfeilerzahnfrakturen traten in 3,78 % (M) gegenüber 13,16 % (K) auf ($P = 0,042$). Dezementierungen von Primärkronen ergaben sich in 7,44 % (M) zu 21,05 % (K; $P = 0,020$). An 7,44 % der metallischen und 10,53 % der keramischen Primärkronen fanden sich insuffiziente Kronenränder ($P = 0,581$).

Mittels Fragebogen und Zehn-Punkte-Skala bewertete man technisch-funktionelle und ästhetische Parameter. Für die Prothesenhandhabung wurden in beiden Gruppen Medianwerte von 9 erzielt ($P = 0,667$) - die Abnehmbarkeit wurde mit 9 (M) zu 8,5 (K) bewertet ($P = 0,376$). Die Kaufunktion beurteilten die Patienten mit 8 (M) gegenüber 9 Punkten (K; $P = 0,178$). Die Häufigkeit der Prothesenentnahme innerhalb von 24 Stunden lag in der Metallgruppe im Median bei 2, in der Keramikgruppe bei 3 ($P = 0,104$). Bezüglich des Sichtbarwerdens der Innenkronen für nahestehende Personen innerhalb von sieben Tagen wurde für beide Gruppen im Median 0 vermerkt ($P = 0,874$). Der Stellenwert der Farbe der Innenkronen wurde mit 1,5 (M) zu 6,5 (K) bewertet ($P = 0,062$). Die Zufriedenheit mit der Erscheinungsfarbe ergab Werte von 9 (M) gegenüber 8,5 (K; $P = 0,839$).

Diskussion: Bei der Bewertung der biologischen Parameter schnitten die Metallkronen etwas besser ab und beim Vergleich der Pfeilervitalität und bei Bleeding on Probing war der Unterschied signifikant, wobei letzterer Wert nicht für eine besondere biologische Verträglichkeit der keramischen Materialien spricht. Das wohl stärkste Argument für die Wahl von Primärteleskopen aus Metalllegierungen ist jedoch in dem signifikant geringeren Auftreten erforderlicher endodontischer Maßnahmen nach Protheseneingliederung zu sehen. Der höhere Platzbedarf der keramischen Versorgungen ist wohl dafür verantwortlich, dass der schützende Mindestabstand zur Zahnpulpa

nicht konsequent eingehalten werden kann. Das signifikant höhere Vorkommen von Zahnfrakturen in der Keramikgruppe dürfte auch damit in Zusammenhang stehen. Aufgrund des hier verstärkt auftretenden Zahnhartsubstanzverlustes wäre bei endodontisch behandelten Teleskopfeilern die kategorische Forderung nach Stiftstabilisierung angebracht. Die technisch-funktionellen Parameter erzielten bei Prothesenhandhabung und Abnehmbarkeit vergleichbare Resultate. Dabei zeigte sich, dass die Verwendung von zahncfarbener Zirkoniumdioxidkeramik für die Primärpfeiler nicht das natürliche Erscheinungsbild eines Zahnes ersetzen kann. Dem sogenannten Demaskierungseffekt, wie er für Metall-Legierungen beschrieben ist, kommt nur geringe Bedeutung zu.

Schlussfolgerung: Im Rahmen der vorliegenden Nachuntersuchung wurde aufgezeigt, dass die Materialwahl für Primärkronen bei der Herstellung einer Teleskopprothese sowohl biologische als auch technisch-funktionelle Auswirkungen hat, die gegenüber den ästhetischen Vorteilen einer Versorgung mit Keramikronen abzuwägen sind.

1.2 Abstract

Biological, technical and esthetic criteria of telescopic crowns made of metal alloys and zirconia ceramics – a comparative study

Introduction: The telescopic denture is a proven restoration option for partial and severely reduced dentition. The advantages are a secure fit, good access to the abutment teeth and easy cleaning. Since zirconia ceramic restorations have been increasingly employed in the last few years, the question of the suitability of conventional materials in the oral cavity has arisen. The aim of the present study was to investigate biological, technical-functional, and esthetic criteria of primary telescopic crowns fabricated from metal or ceramics to draw conclusions regarding their applicability and to provide recommendations for future restorations.

Materials and methods: After obtaining the ethics committee's vote (ID no. 46/19), the study was conducted in 14 patients of each of the two material groups, with 81 metallic (M) and 76 ceramic primary crowns (C) being analyzed. The mean age of the patients was 69.25 years in the metal group and 72.93 years in the ceramic group with dentures being 3.6 years (M) and 8.8 years (C) in situ. The follow-up examination assessed biological parameters, determined any complications that occurred, and evaluated technical-functional and esthetic aspects by means of a questionnaire and a ten-point scale.

Results: For the biological parameters, a median of 100.00% of the metal crowns and 32.50% of the ceramic crowns responded positively to the cold stimulus ($P = 0.007$). The percussion test showed no pathological response in either group ($P = 0.759$). The Plaque Control Record survey as an oral hygiene index exhibited mean values of 43.52% (M) and 44.30% (C; $P = 0.904$). The Gingival Bleeding Index for gingivitis diagnosis revealed superficial sulcus bleeding at a mean of 35.39% (M) versus 46.76% (C) of the measurement sites ($P = 0.127$). When bleeding on probing was determined as a parameter of periodontitis diagnosis, deep pocket bleeding was recorded at 32.30% (M) versus 47.66% (C) of the sites examined ($P = 0.030$) - probing depths averaged 2.19 mm and 2.55 mm, respectively ($P = 0.098$). Gingival recession was

evident in the metal group with mean values of 0.51 mm and in the ceramic group with 0.40 mm ($P = 0.438$). Summing the results of recession and probing depth, the resulting attachment level was 2.70 mm (M) to 2.95 mm (C; $P = 0.348$). Determination of the degree of mobility of the abutment teeth by Periotest measurement yielded average values of 09 (M) and 08 (C).

Among the complications, losses of 3 metallic and 7 ceramic telescopic abutments were reported. After delivery of the telescopic dentures, 2.47% of the metal and 19.74% of the ceramic abutment teeth required endodontic treatment ($P < 0.001$). Abutment tooth fractures occurred in 3.78% (M) versus 13.16% (C; $P = 0.042$). Decementation of primary crowns occurred in 7.44% (M) versus 21.05% (C; $P = 0.020$). Insufficient crown margins were found on 7.44% of metallic and 10.53% of ceramic primary crowns ($P = 0.581$).

Technical-functional and esthetic parameters were evaluated by questionnaire and ten-point scale. For denture handling, median scores of 9 were obtained in both groups ($P = 0.667$), and removability was assessed with 9 (M) to 8,5 (C; $P = 0.376$). Chewing function was rated by patients with 8 (M) versus 9 points (C; $P = 0.178$).

The median frequency of denture removal within 24 hours was 2 in the metal group and 3 in the ceramic group ($P = 0.104$). Regarding the visibility of the internal crowns to close relatives within seven days, a median of 0 was recorded for both groups ($P = 0.874$). The importance of the internal crown color was rated with 1.5 (M) to 6.5 (C; $P = 0.062$). Satisfaction with the appearance color resulted in values of 9 (M) versus 8.5 (C; $P = 0.839$).

Discussion: In the evaluation of the biological parameters, the metal crowns performed slightly better with a significant difference in the comparison of abutment vitality and bleeding on probing, although the latter value does not indicate a particular biological compatibility of the ceramic materials. However, the strongest argument for the choice of primary crowns made of metal alloys is probably the significantly lower incidence of endodontic measures required after prosthesis insertion. The increased space requirement of ceramic restorations is probably responsible for the fact that the protective minimum distance to the tooth pulp cannot be consistently maintained. The significantly higher incidence of tooth fractures in the ceramic group is probably also related to this. Here, the categorical requirement for the stabilization of posts in endodontically treated telescopic abutments due to the increased loss of tooth structure

should be suggested. The technical-functional parameters obtained comparable results for denture handling and removability. It was evident that the use of tooth-colored zirconia ceramics for the primary abutments cannot replace the natural appearance of a tooth. The so-called demasking effect, as described for metal alloys, is of limited significance.

Conclusion: The current follow-up study pointed out that the choice of material for primary crowns in the fabrication of a telescopic denture has both biologic and technical-functional implications that must be balanced against the esthetic advantages of a restoration with ceramic primary crowns.

2 Einleitung

2.1 Literaturübersicht

Unsere Patienten werden dank der Fortschritte in der Medizin immer älter. Mit diesem demographischen Wandel kommen auch auf die Zahnmedizin neue Herausforderungen zu (Van de Kaa 1987, Goldacre 2009, Lamster 2016). Untersuchungen der Fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS V) zeigen, dass die mittlere Anzahl noch vorhandener Zähne in Deutschland, unter Nichtberücksichtigung der Weisheitszähne, bei den über 65-Jährigen 16,9 Zähne und bei den über 75-Jährigen 10,2 Zähne beträgt (Jordan et al. 2016). Damit wird deutlich, dass ein verstärkter dentaler Behandlungsbedarf notwendig wird, sodass Mundgesundheit und Lebensqualität auch im Alter bewahrt werden (Klotz et al. 2017).

Im Lückengebiss mit begrenzter Zahl noch vorhandener Zähne sowie im stark reduzierten Restgebiss werden Teleskopkronen zur Stabilisierung und zum Halt von abnehmbaren Prothesen verwendet (Hofmann 1990, Kršek et al. 2015). Die früheste Beschreibung der Teleskopkronen geht dabei auf die 1920er Jahre zurück (Häupl et al. 1929). Teleskopkronen haben sich seitdem bewährt und stellen eine langlebige und nachhaltige Lösung dar (Häupl 1959, Böttger 1969, Stark et al. 1998, Eisenburger et al. 2000, Van den Wijngaarden et al. 2016).

Bei der Teleskopprothese profitieren die Patienten vom angenehmen Tragekomfort und den erleichterten Reinigungsmöglichkeiten (Langer et al. 2000, Wöstmann et al. 2008). Letzteres wird besonders von geriatrischen sowie körperlich in ihrer Mobilität eingeschränkten Patienten geschätzt (Wenz et al. 1998, Heckmann et al. 2000, Heckmann et al. 2004). Auch für geistig beeinträchtigte und an Demenz erkrankte Personen kann das Teleskopprothesen-System eine alltägliche Erleichterung bieten (Griess et al. 1998). Durch die vergleichsweise einfache Entnahme der Prothesen und die dadurch erleichterte Inspektions- und Zugangsmöglichkeit sind die restliche Bezahnung und der Prothesenkörper problemlos gründlich zu säubern (Griess et al. 1998,

Heckmann et al. 2004). Zudem stellen die teleskopverankerten, abnehmbaren Prothesen auch für restbezahnte Patienten mit kompromittierten parodontalen Verhältnissen eine zufriedenstellende Lösung dar (Hofmann 1966, Zeljković et al. 1999, Langer et al. 2000). Zur Verwendung in rein implantatgetragenen oder kombiniert zahn-implantatgetragenen Fällen haben sich die Doppelkronensysteme langfristig als zuverlässig bewiesen (Heckmann et al. 2004). Auch nach intraoraler Tumorentfernung mit Notwendigkeit einer Rekonstruktion verlorener Gewebe werden sie häufig angewendet (Weischer et al. 1997, Weischer et al. 2001). Als biologischer Vorteil ist die Verlangsamung der Knochenresorption bei möglichst ausgeglichener Kaudruckverteilung und gleichmäßiger Belastung der Kieferkämme beschrieben (Bhagat et al. 2015, Shankargouda et al. 2017). Vorteilhaft ist auch eine problemlose Erweiterbarkeit bei erneutem Zahnverlust. Dabei wird das Lumen der Sekundärkrone aufgefüllt und angepasst (Wenz et al. 1998, Eitner et al. 2008).

Der Aufbau der Teleskopprothese setzt sich aus einem System von Primär- und Sekundärteleskopen zusammen. Nach der Präparation der Pfeilerzähne erfolgt die Übertragung der intraoralen Situation auf ein Meistermodell, auf dem zunächst die Primärkronen gefertigt werden. Sie werden später auf den präparierten Zahn zementiert. Die Sekundärkronen werden in den Prothesenkörper eingearbeitet. Bei den Keramik-Primärteleskopen fertigt man die Sekundärkronen mittels Galvano-Verfahren und verklebt sie in einer sogenannten Tertiärkonstruktion, die in den Prothesenkörper integriert wird (Böttger et al. 1978, Shankargouda et al. 2017). Dabei ist bei der Herstellung der Primärteleskope auf die benötigte Mindestschichtstärke des jeweiligen Materials zu achten. Der erforderliche Platzbedarf soll nicht dazu führen, dass die überkronten Pfeiler zu voluminös erscheinen. Allerdings muss auch eine Schädigung der pulpalen Einheit durch forcierte Präparation vermieden werden.

Metall-Legierungen haben sich in der Teleskop-Technik seit langer Zeit bewährt (Holm et al. 2015), wohingegen Zirkoniumdioxidkeramik erst gegen Ende des 20. Jahrhunderts Einzug in die Zahnheilkunde gefunden hat. Auch heutzutage werden Primär- und Sekundärkronen noch immer aus edlen und nichtedlen Metall-Legierungen hergestellt. Mit Einführung der CAD/CAM-Technik wurde jedoch möglich, dass Primärkronen auch aus Zirkoniumdioxidkeramik gefertigt werden können (Bergler et al. 2008). Die hierzu

korrespondierenden Sekundärkronen fertigt man über die Methode der Galvano-Technik (Diedrichs et al. 1991, Diedrichs et al. 1995, Weigl et al. 2000, Rinke et al. 2015, Brandt et al. 2019).

Biologisch betrachtet wird bei dem Material Zirkoniumdioxidkeramik der Vorteil einer geringeren Plaque-Akkumulation beschrieben. Hierzu gibt es zahlreiche Studien, die diese Gegebenheit für festsitzenden Zahnersatz belegen (Rimondini et al. 2002, Bremer et al. 2011). Auch der bereits angesprochene Demaskierungseffekt, wie er bei Metall-Restaurationen angenommen wird und welcher durch das zahnfarbene Zirkoniumdioxid vermindert erscheint, wird der Keramik als ästhetischer Gewinn zugesprochen (Weigl et al. 1996, Sailer et al. 2007). Dieses vermeintliche Plus resultiert daraus, dass beim Abnehmen der Teleskopprothese eine den natürlichen Zähnen ähnelnde Erscheinung auftritt.

Was die Materialschichtstärken für Metall-Legierungen und Zirkoniumdioxidkeramik angeht, lässt sich im Allgemeinen aus den Studien für Vollguss- und Vollkeramikronen ableiten, dass Keramiken für den langfristigen Erfolg einen höheren Platzbedarf in Anspruch nehmen. Während bei einer Vollgusskrone in axialer Ausrichtung zwischen 0,3 mm - 0,5 mm, sowie im okklusalen Bereich etwa 1 mm Schichtdicke benötigt wird, bedarf die Vollkeramikkrone laut zahlreichen Erkenntnissen einen Substanzabtrag von mindestens 1 mm - 1,5 mm zirkulär und 1,5 mm - 2 mm koronal (Haller et al. 1993, Freesmeyer 1995, Kimmel 1997, Koeck 1999, Goodacre et al. 2001, Lange 2001, Lauer 2003, Rinke 2004). Die axialen und okklusalen Unterschiede von bis zu 1 mm sind auch bei den Primärkronen zu berücksichtigen, sodass hier Werte von 0,3 mm für die metallische (Gernet et al. 2011) und mindestens 0,5 mm für die keramische Herstellung erforderlich sind (Weigl et al. 2018), um ein sachgemäßes Ergebnis zu erreichen.

Das Interesse an klinischen Resultaten hinsichtlich der Zweckmäßigkeit der verschiedenen Materialien für die Herstellung von Primärkronen bei Teleskopprothesen ist groß und das betrifft vor allem vergleichende Studien, die Metall-Legierungen und Zirkoniumdioxidkeramik für Primärkronen gegenüberstellen (Hosseini et al. 2011, Schneider et al. 2019). Dabei wird das Fehlen von Daten moniert, die den Einfluss verschiedener Materialien wie Metall-Legierungen und Zirkoniumdioxidkeramik auf Zahn und Parodont belegen (Brignardello-Petersen 2017). Ebenso gilt es, technisch-

funktionelle Kriterien zu analysieren und die ästhetische Wertigkeit der Verminderung des Demaskierungseffektes durch Zirkoniumdioxid näher zu betrachten.

2.2 Ziel der Arbeit

Ziel der vorliegenden Studie an teleskop-verankertem Zahnersatz ist es, Primärkronen aus Metall-Legierungen und aus Zirkoniumdioxidkeramik hinsichtlich biologischer, technisch-funktioneller und ästhetischer Parameter zu vergleichen. Zusätzlich werden Komplikationen registriert, die seit Eingliederung des aktuellen Zahnersatzes bis zum Untersuchungszeitpunkt eingetreten sind. Zur Gewinnung der nötigen Daten erfolgte eine klinische Nachuntersuchung sowie eine Befragung der Patienten mittels Fragebogen und Zehn-Punkte-Skala.

3 Material und Methode

Die Untersuchung erfolgte an Primärteleskopkronen verschiedener Materialvarianten in Teleskopprothesen. Dazu sollten Primärkronen aus Metall-Legierungen und Zirkoniumdioxidkeramik vergleichend bewertet werden. Hierzu betrachtete man in beiden Gruppen biologische, technisch-funktionelle und ästhetische Kriterien sowie auftretende Komplikationen während der gesamten Tragedauer des Zahnersatzes.

Die Fallzahlschätzung wurde durch das Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik am Universitätsklinikum des Saarlandes vorgenommen und besagte, dass für ein aussagekräftiges Ergebnis 14 Studienteilnehmer für jede der beiden Materialvarianten erforderlich waren. Das Votum der Ethikkommission wurde eingeholt (Kennnummer 46/19).

Alle Patienten wurden in der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde des Universitätsklinikums des Saarlandes mit doppelkronen-verankerten Teleskopprothesen (Primärkrone aus Metall-Legierungen beziehungsweise Zirkoniumdioxidkeramik) versorgt. Die Patienten mit Teleskopversorgungen wurden anhand der elektronischen Kartei ausgewählt und für die Nachuntersuchungen einbestellt.

3.1 Biologische Parameter

Die Bestimmung der biologischen Parameter erfolgte anhand von Untersuchungen der Vitalität und der Perkussionsempfindlichkeit. Des Weiteren erhob man zur Bestimmung des Mundhygienestatus den Plaque Control Record (PCR) nach O'Leary sowie zur Diagnostik einer vorliegenden Gingivitis den Gingival Bleeding Index (GBI) nach Ainamo und Bay. Die Diagnose parodontaler Erkrankungen überprüfte man anhand des Bleeding on Probing (BOP) nach Ainamo und Bay. Zur weiteren Bewertung des parodontalen Zustandes wurden zudem die Sondierungstiefen (ST) der Zahnfleischtaschen, die gingivalen Rezessionen und das Attachment-Level (CAL) sowie der Lockerungsgrad der Teleskopfeilerzähne mittels Periotest-Verfahren untersucht.

Vitalität

Mithilfe vorhandener Röntgenunterlagen und der elektronischen Kartei kennzeichnete man zunächst endodontisch behandelte Zähne. Zur Vitalitätsprüfung wurden alle Teleskopzähne, die nicht wurzelkanalbehandelt waren, mittels Kältetest geprüft (Pluline Kältespray, Pluradent AG & Co KG, Offenbach). Hierfür platzierte man ein Watterpellet mit Kohlendioxidschnee von circa minus 50 Grad Celsius an möglichst pulpanahen Arealen des Zahnes (Abb. 1). Falls die Patienten auf den Kältereiz reagierten oder eine Schmerzempfindung wahrnahmen, markierte man den Zahn als vital (Esders 2006).



Abb. 1: Vitalitätsprobe an einem Teleskopfeilerzahn

Perkussionsempfindlichkeit

Für den Perkussionstest wurde bei den Teleskopzähnen ein horizontales und vertikales Beklopfen mit einem Spiegelgriff durchgeführt (Hellwig et al. 2009). Die Patienten beantworteten hier mit einer Ja- / Nein-Entscheidung, ob ein Schmerz gespürt wurde, der Zahn also eine erhöhte Klopfempfindlichkeit aufwies oder nicht.

Mundhygiene - Plaque Control Record

Danach wurden Plaque und Verfärbungen im Sinne des Plaque Control Record (O'Leary et al. 1972) an den Primärteleskopen bestimmt, um eine Aussage bezüglich der Mundhygiene sowie der Tendenz der Biofilm-Anlagerung an den zu vergleichenden Materialien zu treffen. Die Primärkronen der Pfeilerzähne färbte man mit Revelator (Mira-2-Ton, Hager & Werken GmbH & Co. KG, Duisburg) an und nach mehrmaligem Spülen mit Wasser beurteilte man die sichtbare Plaque-Akkumulation an vier Stellen

pro Teleskopzahn (mesial, distal, vestibulär, oral) visuell mit einer Ja- / Nein-Entscheidung. Zur Ermittlung des Plaque-Index in Prozent dividierte man die Anzahl der Stellen, die Plaque aufwiesen, durch die Anzahl aller untersuchten Stellen und multiplizierte mit 100.

Gingivitisdiagnose - Gingival Bleeding Index

Die Bestimmung des Gingival Bleeding Index (Ainamo et al. 1975, Ainamo et al. 1976), als Indikator für Vorhandensein und Schweregrad einer Gingivitis, wurde an vier Messstellen pro Pfeilerzahn (mesial, distal, vestibulär, oral) erhoben. Hierfür wurde der Sulkus mit einer stumpfen Parodontalsonde (WHO-Sonde) ausgestrichen und nach einer Wartezeit von zehn Sekunden mit einer Ja- / Nein-Entscheidung bewertet, ob eine Blutung auftritt (Abb. 2). Den Index in Prozent ermittelte man hierbei, indem die Anzahl der Stellen, die eine Sulkusblutung aufwiesen durch die Anzahl aller untersuchten Stellen geteilt und mit 100 multipliziert wurden.



Abb. 2: Erhebung des Gingival Bleeding Index zur Kontrolle des Auftretens einer oberflächlichen Sulkusblutung

Parodontitisdiagnose

Zur Beurteilung des parodontalen Zustandes wurden der Bleeding-on-Probing-Index, die Sondierungstiefen der Zahnfleischtaschen sowie die Rezession, das Attachment-Level und die Lockerungsgrade der Teleskopfeilerzähne ermittelt.

A) Bleeding on Probing

Zur Bestimmung des Bleeding on Probing (Blutung auf Sondieren, Ainamo et al. 1976), als Standardparameter zum klinischen Monitoring der Entzündungsaktivität bei Parodontitis, sondierte man mittels einer stumpfen Parodontalsonde (PCP12 / PCP15) in die Tiefe der Tasche an vier Stellen pro Zahn (mesial, distal, vestibulär, oral). Nach zehn Sekunden traf man für die jeweilige Stelle eine Ja- / Nein-Entscheidung über eine resultierende Blutung (Abb. 3). Die prozentuale Errechnung des Index erfolgte analog der des GBI.

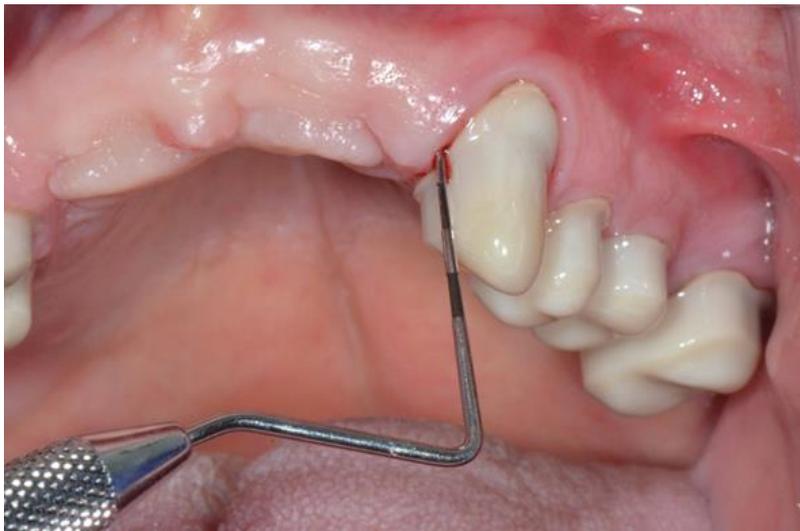


Abb. 3: Erhebung von Bleeding on Probing zur Kontrolle des Auftretens einer tiefen Taschenblutung

B) Sondierungstiefe

Die Sondierungstiefen der Zahnfleischtaschen wurden ebenfalls an vier Stellen pro Zahn (mesial, distal, vestibulär, oral) mit einer Parodontalsonde (PCP15) in die Tiefe des gingivalen Sulkus sondiert und in Millimetern gemessen und notiert.

C) Rezession

Die vertikale, gingivale Rezessionsmessung erfolgte nach dem Prinzip von Jahnke (Jahnke et al. 1993), wurde jedoch auf vier Messstellen pro Zahn erweitert. Hierfür wurde mittels einer Millimetersonde (PCP15) der Abstand zwischen Kronenrand und Zahnfleischoberrand an vier Stellen pro Zahn (mesial, distal, vestibulär, oral) gemessen und notiert (Wolf et al. 2012, Abb. 4, Abb. 5).



Abb. 4: Rezessionen an mit Metall-Primärkronen versorgten Zähnen im Oberkiefer



Abb. 5: Im Unterkiefer weisen alle Teleskopzähne mit Ausnahme von Zahn 33 Rezessionen auf

D) Attachment-Level

Zur Beurteilung des parodontalen Zustandes und des Knochenniveaus erfolgte weiterhin die Bewertung des klinischen Attachment-Levels. Der Attachmentverlust des Zahnhalteapparates kann auf eine erhöhte Taschentiefe, auf eine zunehmende Rezession oder auf eine Kombination von beiden zurückgeführt werden (Abb. 6). Für jeden Patienten wurden dafür die durchschnittlichen Werte der Sondierungstiefen und der Rezessionen summiert (Armitage 1996, Wolf et al. 2012).

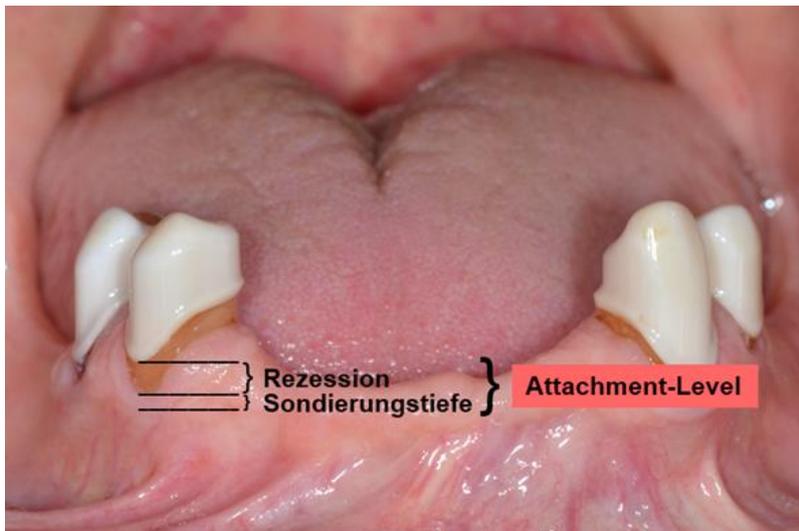


Abb. 6: Attachment-Level summiert aus den Messwerten für Rezession und Sondierungstiefe

E) Periotest-Messungen und klinischer Lockerungsgrad

Der Lockerungsgrad der Teleskopfeiler wurde unter Anwendung des Periotest-Gerätes (Periotest S, Medizintechnik Gulden e.K., Bensheim) vier Millimeter oberhalb des Sulkus gemessen. Der zu untersuchende Teleskopfeiler wurde dabei innerhalb von vier Sekunden 16 Mal durch einen Impuls mit einem elektrischen Stößel perkutiert. Der drucksensitive Kopf des Gerätes misst hierbei die Kontaktzeit mit dem Pfeilerzahn und errechnet den daraus resultierenden Lockerungswert (Schulte 1989). Es wurden drei Messungen pro Zahn durchgeführt und das Ergebnis durch den doppelt vorkommenden Wert oder durch Mittelung der drei Werte festgelegt und in das klinische Lockerungsschema nach Miller (Miller 1943) eingeordnet. Werte von - 08 bis + 09 entsprechen dabei dem klinischen Lockerungsgrad 0, + 10 bis + 19 dem Grad I, + 20 bis + 29 dem Grad II und Werte zwischen + 30 und + 50 stimmen mit dem Lockerungsgrad III überein (Schulte et al. 1983, Schulte et al. 1992).

3.2 Komplikationen

Man ermittelte die Notwendigkeit endodontischer Behandlungen der Pfeilerzähne sowie Zahnfrakturen, Dezementierungen der Primärkronen und insuffiziente Primärkronenränder. Dabei wurden Komplikationen, die während der gesamten Tragedauer des Zahnersatzes auftraten, berücksichtigt (Abb. 7). Darunter waren auch Zähne vermerkt, die komplikationsbedingt entfernt werden mussten oder verloren gingen. Dies geschah

mithilfe der Patientenangaben während der Untersuchungen und wurde mit den eingetragenen Historien des elektronischen Verzeichnisses seit Eingliederung der Teleskopprothesen abgeglichen.



Abb. 7: Auftretende Komplikationen in einem mit Keramik-Teleskopen versorgten Gebiss: Frakturierte Zähne 22 und 23 sowie Ablösung des Galvano-Sekundärteleskopes aus der Prothese an 13

Endodontische Behandlungen

Zunächst kennzeichnete man alle teleskopierten Zähne, bei denen eine Wurzelkanalbehandlung durchgeführt wurde. Anhand von Patientenbefragung und digitaler Kartei wurde ermittelt, ob die Endodontie vor oder nach der derzeitigen prothetischen Versorgung erfolgt war (Abb. 8). Der prozentuale Anteil endodontisch behandelter Pfeilerzähne *vor oder nach Eingliederung* des Zahnersatzes sowie *insgesamt* wurde errechnet - bezogen auf die Gesamtzahl der untersuchten Teleskopzähne.

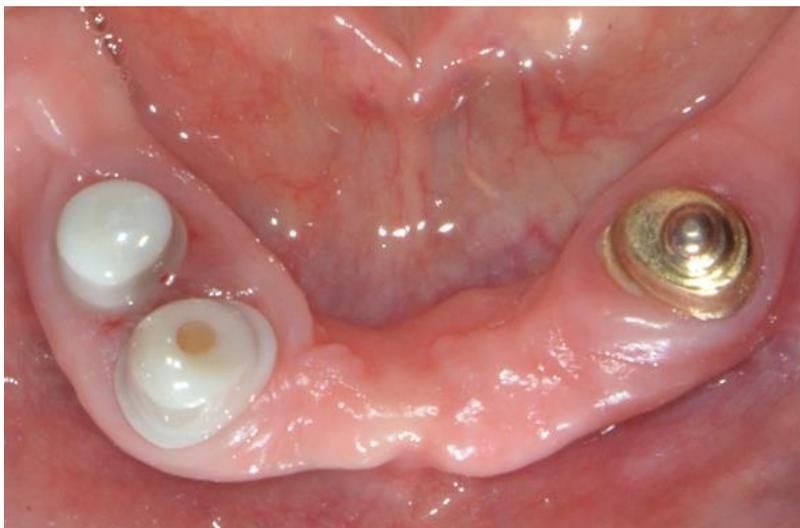


Abb. 8: Trepanierte keramische Primärkrone an Zahn 43 infolge der Notwendigkeit einer Wurzelkanalbehandlung nach Protheseneingliederung

Zahnfrakturen

Frakturierte Zähne wurden vermerkt, ebenso wie vorausgegangene Zahnfrakturen, die während der derzeitigen Teleskopversorgung auftraten (Abb. 9, Abb. 10). Dazu dienten Patientenangaben und die elektronische Kartei.



Abb. 9: Komplikation im Sinne einer Zahnfraktur am keramisch-versorgten Pfeilerzahn 22



Abb. 10: Aufgetretene Zahnfraktur an dem metallisch-versorgten Pfeilerzahn 45

Dezementierungen

Das Vorkommen und die Anzahl von Dezementierungen der Primärkronen des vorhandenen Zahnersatzes wurden ebenfalls bei den Patienten erfragt und mit den Informationen der Patientenakten verglichen.

Insuffiziente Primärkronenränder

Die Untersuchung der Kronenränder erfolgte mittels einer Hakensonde. Dabei registrierte man Randspalten im Sinne eines insuffizienten Randschlusses zwischen der Präparationsgrenze des jeweiligen Zahnes und des Primärkronen-Materials, sowie kariöse und sondierbare Unterminierungen im Kronenrandbereich. Diese Befunde wurden unter Vermerk insuffizienter Primärkronenränder notiert.

3.3 Technisch-funktionelle Parameter

Zur Ermittlung der technisch-funktionellen Parameter wurden die Patienten gebeten einen Fragebogen zu beantworten. Die Fragen bezogen sich auf die Zufriedenheit mit der *Handhabung* und der *Abnehmbarkeit* der Teleskopprothese, sowie auf die *Kaufunktion*. Die persönliche Auffassung wurde in einer Skala mit zehn Stufen evaluiert, die von Stufe eins „sehr unzufrieden“ bis Stufe zehn „sehr zufrieden“ reichte.

3.4 Ästhetische Parameter

Um Rückschlüsse über den ästhetischen Anspruch der Patienten in Bezug auf metallfarbene und zahnfarbene Primärkronen ziehen zu können, wurden vier weitere Fragen erhoben. Zunächst eruierte man, wie häufig die Patienten den Zahnersatz *innerhalb von 24 Stunden aus dem Mund nehmen* und wie oft die Innenkronen für nahestehende Personen *innerhalb von sieben Tagen sichtbar* werden. Die Patienten kreuzten dabei die für sie zutreffende Häufigkeit im Fragebogen an.

Daneben wurde der *Stellenwert der Farbe* der Primärkronen bewertet. Diese treten je nach Material bei den Patienten in goldener (Edelmetall-Legierungen), silberner (Nichtedelmetall-Legierungen) oder zahnfarbener (Zirkoniumdioxidkeramik) Erscheinung auf (Abb. 11). Zuletzt erfolgte die Beurteilung der *Zufriedenheit mit der Erscheinungsfarbe* ihrer Primärkronen. Auch bei diesen beiden Fragen erfolgte die Bewertung in einer Skala von eins bis zehn, wobei eins die niedrigste und zehn die beste Wertung hinsichtlich des persönlichen Stellenwertes und der Zufriedenheit darstellte.



Abb. 11: Zahnfarbene
Keramikteleskope

3.5 Auswertung und statistische Verfahren

Die statistische Beratung erfolgte durch das Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik des Universitätsklinikums des Saarlandes. Die Auswertungen wurden mittels SPSS Version 27 durchgeführt. Zu allen erläuterten Untersuchungsbereichen wurden die p-Werte und damit das Vorliegen von Signifikanz ermittelt - unter Ablehnung oder Beibehalt der Nullhypothese. Das zweiseitige Signifikanzniveau war auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Die statistische Auswertung erfolgte fallabhängig. Als deskriptive Statistik wurden bei qualitativen Variablen absolute und prozentuale Häufigkeiten angegeben. Quantitative Daten wurden auf Normalverteilung überprüft. Bei normalverteilten Variablen wurden die arithmetischen Mittelwerte (\bar{x}) mit Standardabweichung und bei nicht normalverteilten, quantitativen Variablen die Medianwerte (x_{Med}) mit Spannweite und die arithmetischen Mittelwerte (\bar{x}) dargelegt. Die Gruppenvergleiche wurden für die qualitativen Variablen mit dem Exakten Test nach Fischer durchgeführt, für die normalverteilten, quantitativen Variablen mit dem t-Test für unabhängige Stichproben und für die nicht normalverteilten, quantitativen Variablen mittels des Mann-Whitney-U-Tests für unabhängige Stichproben.

Biologische Parameter

Bezüglich der biologischen Parameter errechnete man die p-Werte für die nicht normalverteilten, quantitativen Daten von Vitalität und Perkussionsempfindlichkeit mittels des Mann-Whitney-U-Tests. Für den Gruppenvergleich der normalverteilten Werte von PCR, GBI und BOP sowie der Sondierungstiefen, der Rezession und des Attachment-Levels wurde der t-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Für die Periotestwerte beider Kiefer wurden unter Berücksichtigung der vier Zahngruppen vier separate p-Werte anhand des Mann-Whitney-U-Tests errechnet.

Komplikationen

Zur Auswertung der qualitativen Daten aller aufgeführten Punkte betrachtete man die Häufigkeiten der einzelnen Komplikationen im Gruppenvergleich mittels des Exakten Fischer-Tests.

Technisch-funktionelle Parameter

Zur Bewertung der technisch-funktionellen Parameter der Fragebögen zog man den Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben heran.

Ästhetische Parameter

Auch die Beurteilung der ästhetischen Daten erfolgte mittels des Mann-Whitney-U-Tests für unabhängige Stichproben.

4 Ergebnisse

Die Untersuchungen zur Doktorarbeit erfolgten an 28 Patienten, welche in der Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde der Universität des Saarlandes mit den zu untersuchenden Teleskopprothesen versorgt wurden. 14 der Patienten wiesen dabei Primär- und Sekundärkronen aus Metall-Legierungen an insgesamt 81 Pfeilerzähnen (27 Edelmetall, 54 Nichtedelmetall) auf. Bei den weiteren 14 Personen, die mit Zirkoniumdioxidkeramik-Primärkronen versorgt waren, wurden 76 Pfeilerzähne untersucht. Das Durchschnittsalter der Patienten in der Metallgruppe betrug dabei 69 Jahre, wobei sich der Zahnersatz durchschnittlich vier Jahre in situ befand. Die Patienten der Keramikgruppe waren im Mittel 73 Jahre alt, mit im Schnitt neun Jahre bestehendem Zahnersatz (Tab. 1).

Tab. 1: Allgemeine Daten zur Untersuchung

	Alter der Patienten	Alter des Zahnersatzes in situ	Untersuchte Primärteleskope
Gruppe Metall	69,25±8,53*	3,59±4,52*	81**
Gruppe Keramik	72,93±7,05*	8,82±5,01*	76**

* Angabe des Alters in Jahren zum Untersuchungszeitpunkt; Alle Werte sind Mittelwerte±SD
 ** Angabe der Anzahl

Die Untersuchungsergebnisse teilen sich in biologische, technisch-funktionelle und ästhetische Kriterien, sowie aufgetretene und dokumentierte Komplikationen.

Die Angabe der Ergebnisse, die statistischen Auswertungsmethoden zur Berechnung der p-Werte (P) und die Darstellung in den Diagrammen erfolgte fallabhängig. Als deskriptive Statistik betrachtete man bei qualitativen Variablen absolute und prozentuale Häufigkeiten und wandte für die Gruppenvergleiche den Exakten Fischer-Test an.

Bei normalverteilten, quantitativen Variablen berücksichtigte man die arithmetischen Mittelwerte (\bar{x}) mit Standardabweichung und verwendete für den Vergleich der beiden Materialgruppen den t-Test für unabhängige Stichproben. Für die nicht normalverteilten, quantitativen Variablen begutachtete man die Medianwerte (x_{Med}) mit Spannweite und die arithmetischen Mittelwerte (\bar{x}), zur Gegenüberstellung wurde der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben genutzt.

4.1 Biologische Parameter

Vitalität

Die Vitalitätsprüfung der Pfeilerzähne zeigte, dass $x_{Med} = 100,00\%$ (min. 0 %; max. 100 %; $\bar{x} = 83,07\%$) der mit metallischen Primärkronen versorgten Zähne und $x_{Med} = 32,50\%$ (min. 0 %; max. 100 %; $\bar{x} = 40,95\%$) der keramisch-versorgten Pfeilerzähne vital waren ($P = 0,007$; Abb. 12).

Perkussionsempfindlichkeit

Bei der Untersuchung auf Perkussionsempfindlichkeit zeigten $x_{Med} = 100,00\%$ (min. 100 %; max. 100 %; $\bar{x} = 100,00\%$) der Pfeilerzähne der Metallgruppe und $x_{Med} = 100,00\%$ (min. 75 %; max. 100 %; $\bar{x} = 98,21\%$) der keramisch-versorgten Zähne keine Reaktion auf Perkussion ($P = 0,759$; Abb. 12).

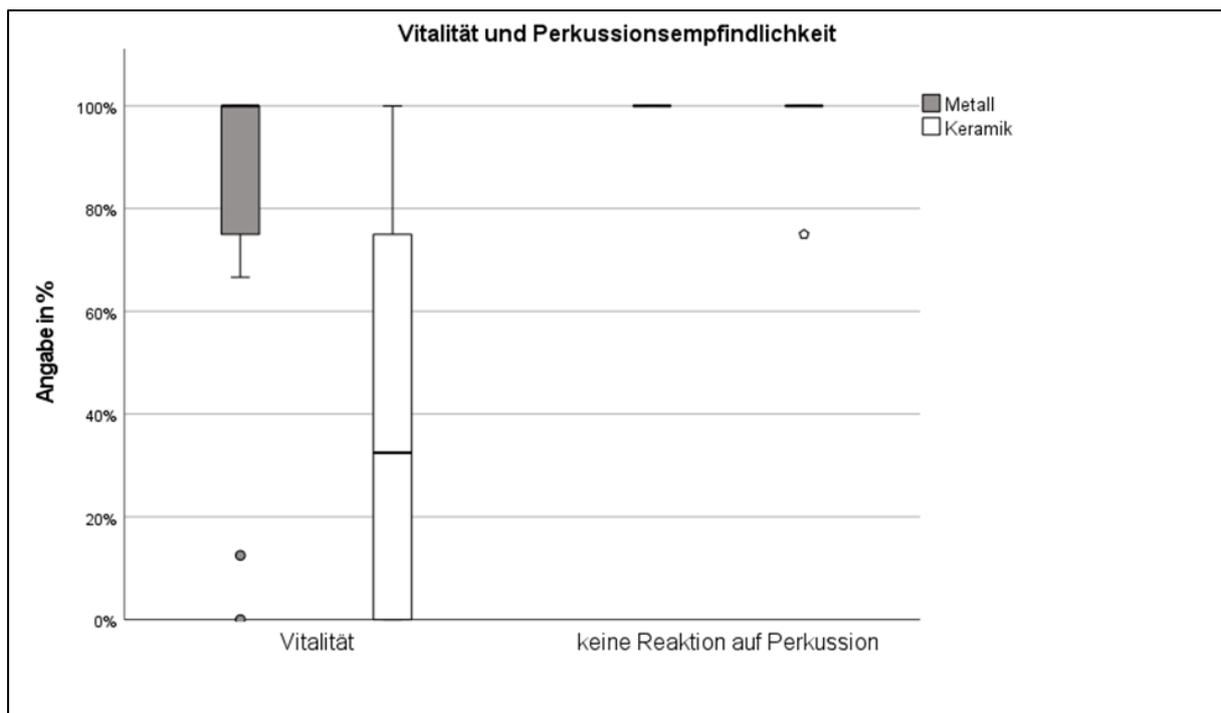


Abb. 12: Prozentuale Angabe von Vitalität und Perkussionsempfindlichkeit der Pfeilerzähne beider Materialgruppen. Box-Plot-Darstellung mit Median (-) und Spannweite.

Mundhygiene - Plaque Control Record

Bei Betrachtung des Plaque Control Record (PCR), als ein möglicher Aussageparameter über die Mundhygiene der Patienten, fielen die Ergebnisse in der Gruppe der

Metallkronen im Mittel auf einen Wert von $\bar{x} = 43,52 \pm 16,50 \%$ und bei den Keramik-kronen auf $\bar{x} = 44,30 \pm 18,48 \%$ aller untersuchten Stellen ($P = 0,904$; Abb. 13).

Gingivitisdiagnose - Gingival Bleeding Index

Bei der Bestimmung des Gingival Bleeding Index (GBI) wiesen $\bar{x} = 35,39 \pm 18,16 \%$ der Messstellen der Pfeilerzähne der Metallgruppe und $\bar{x} = 46,76 \pm 21,40 \%$ der Zähne der Keramikgruppe eine oberflächliche Sulkusblutung auf ($P = 0,127$; Abb. 13). Dabei zeigten zwei der 14 metallisch-versorgten Patienten prozentuale Werte kleiner 10 % und damit einen gesunden Gingiva-Zustand, zwei Patienten lagen zwischen 10 % und 20 % im Sinne einer leichten, acht Patienten wiesen Werte bis 50% im Sinne einer schweren Gingiva-Entzündung auf und zwei der Patienten zeigten Ergebnisse über 50 % und somit das Vorliegen einer starken generalisierten Entzündung des Parodontiums.

Bei den keramisch-versorgten Patienten befanden sich keine Patienten in den gesunden Werten kleiner 10 %, bei einem Patienten lagen sie zwischen 10 % und 20 %, bei acht Patienten bis 50 % und fünf der Patienten zeigten Werte über 50 %.

Parodontitisdiagnose

A) Bleeding on Probing

Die Betrachtung der apikalen Taschenblutung bei der Bestimmung des Bleeding on Probing (BOP) zeigte in der Metallgruppe einen durchschnittlichen Wert von $\bar{x} = 32,30 \pm 18,17 \%$ und bei Keramik $\bar{x} = 47,66 \pm 18,52 \%$ ($P = 0,030$; Abb. 13).

In der Gruppe der Metallkronen wies ein Patient Werte bis 9 % auf, sechs der Patienten lagen im Bereich bis 25 % und somit konnte per definitionem das Vorliegen eines hohen Parodontitis-Risikos verneint werden. Sieben Personen zeigten Werte über 25 %. In der Gruppe der Keramik-kronen traten keine Werte kleiner 9 % auf, ein Patient befand sich im Wertebereich unter 25 %, die verbleibenden 13 Patienten zeigten Werte im parodontitis-definierten Bereich größer 25 %.

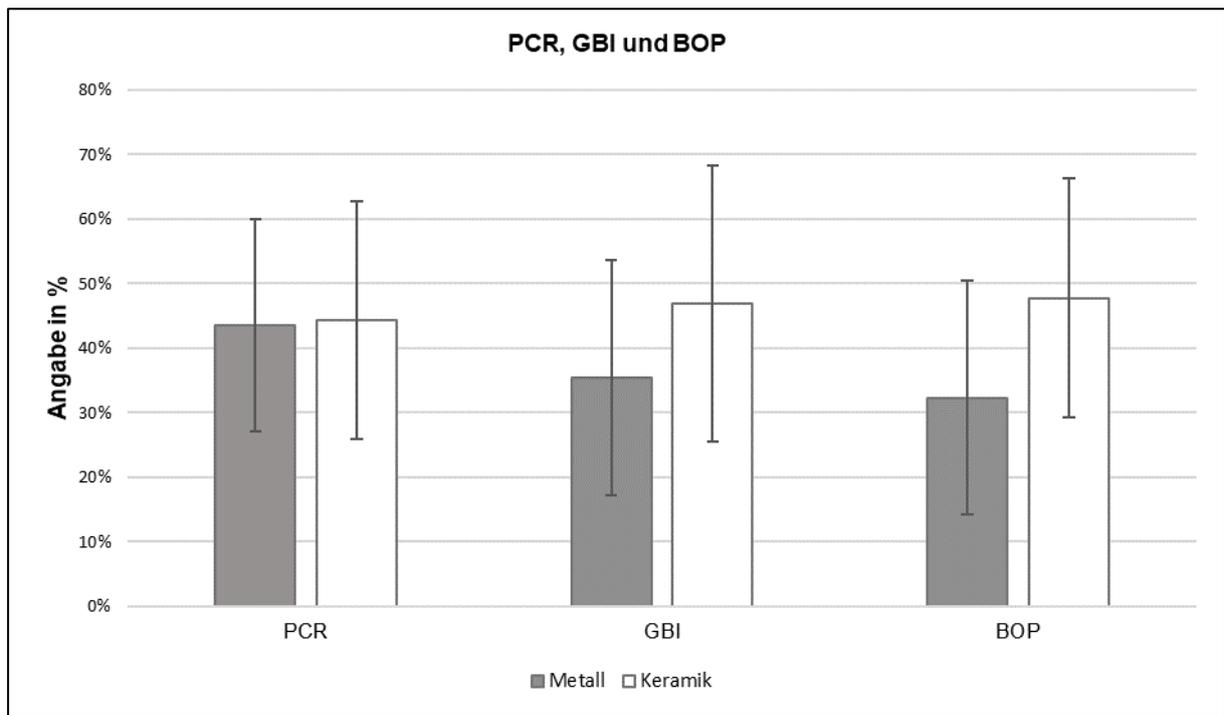


Abb. 13: Prozentuale Angabe von PCR, GBI und BOP für beide Materialgruppen. Darstellung der Mittelwerte sowie Standardabweichungen.

B) Sondierungstiefe

Die Sondierungstiefen (ST) der Zahnfleischtaschen, welche sich bei Verschlechterung des parodontalen Zustandes mit einhergehendem Knochenverlust erhöhen können, lag bei Untersuchung der mit Primärteilen versorgten Pfeilerzähne bei Metall im Durchschnitt bei $\bar{x} = 2,19 \pm 0,51$ mm und bei Keramik bei $\bar{x} = 2,55 \pm 0,65$ mm ($P = 0,098$; Abb. 14).

C) Rezession

Die in vertikaler Richtung gemessene Rezession der Gingiva zeigte Werte von $\bar{x} = 0,51 \pm 0,33$ mm für die Gruppe der Metallkronen und $\bar{x} = 0,40 \pm 0,41$ mm für die Keramikgruppe ($P = 0,438$; Abb. 14).

D) Attachment-Level

Das hiermit errechenbare Attachment-Level (CAL), welches sich durch Summation aus den gemessenen Werten von Sondierungstiefen und Rezession zusammensetzt, liegt bei Metall bei $\bar{x} = 2,70 \pm 0,71$ mm. Die Keramik zeigt einen Wert von $\bar{x} = 2,95 \pm 0,76$ mm ($P = 0,348$; Abb. 14).

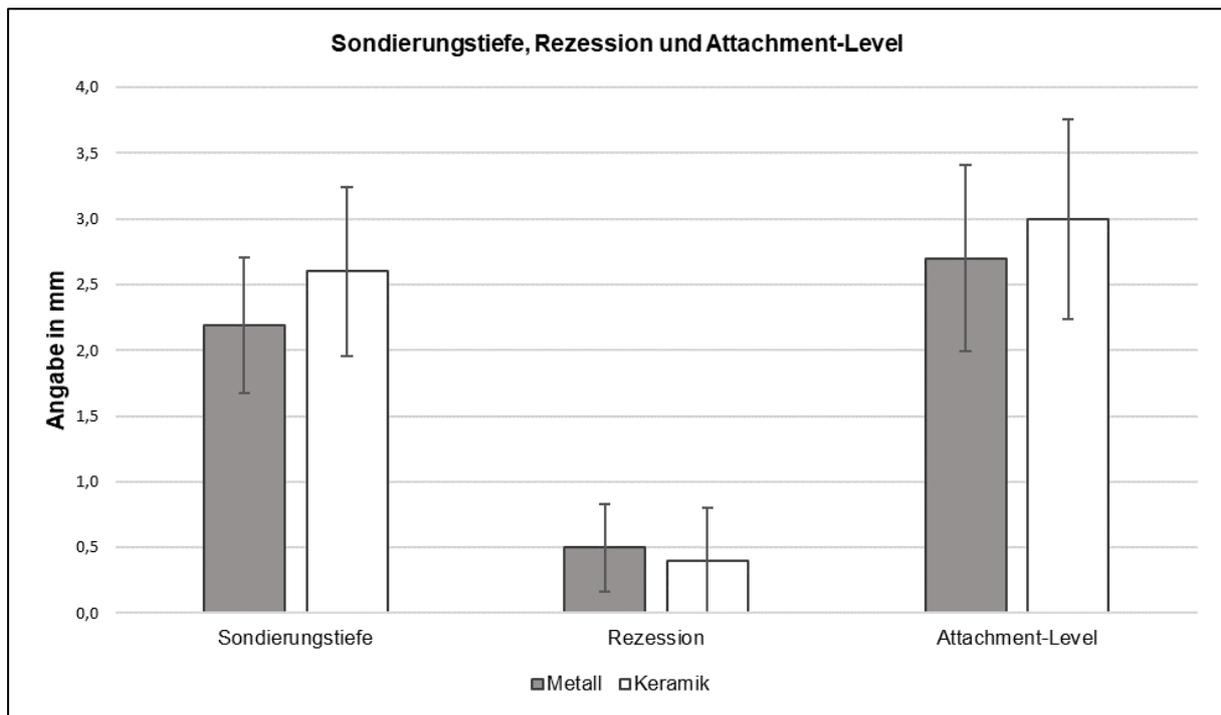


Abb. 14: Mittelwerte und Standardabweichungen von Sondierungstiefe und Rezession sowie des daraus summierend errechneten Attachment-Levels (Sondierungstiefe + Rezession) der Pfeilerzähne beider Materialgruppen.

E) Periotest-Messungen und klinischer Lockerungsgrad

Zur Bestimmung der Lockerung der Pfeilerzähne wurde das Periotest-Verfahren verwendet, dessen Skalierung Werte zwischen - 8 und + 50 aufweist, wobei die Lockerung mit der Erhöhung der Werte ansteigt. Zur besseren Vergleichbarkeit ist zusätzlich die Übertragung der Periotestwerte in das klinische Lockerungsschema nach Miller mit den Graden 0 – III erfolgt ([- 08; + 09] → 0; [+ 10; + 19] → I; [+ 20; + 29] → II; [+ 30; + 50] → III).

Die Lockerungswerte der Metallgruppe bezüglich der Molaren lagen bei $x_{Med} = 07$ (min. - 04; max. 21; $\bar{x} = 09$), in der Gruppe der keramisch-versorgten Zähne bei $x_{Med} = 15$ (min. 03; max. 30; $\bar{x} = 16$; Abb. 15; Tab. 2). Dies entspricht den klinischen Lockerungsgraden 0 sowie I ($P = 0,224$; Tab. 3).

Für die Prämolaren zeigten die metallisch-teleskopierten Zähne Werte von $x_{Med} = 10$ (min. 03; max. 36; $\bar{x} = 14$), die keramisch-versorgten Pfeiler von $x_{Med} = 07$ (min. 02; max. 28; $\bar{x} = 11$; Abb. 15; Tab. 2) und damit den Grad I sowie 0 ($\bar{x} = 1$) entsprechend ($P = 0,538$; Tab. 3).

Die Untersuchung der Eckzähne folgte in der Metallgruppe die Werte $x_{Med} = 05$ (min. - 03; max. 35; $\bar{x} = 06$) und in der Keramikgruppe $x_{Med} = 04$ (min. - 02; max. 26;

$\bar{x} = 08$, Abb. 15; Tab. 2), im Sinne der Miller-Klassifikation in beiden Gruppen mit dem Grad 0 einhergehend ($P = 0,856$; Tab. 3).

Bei Betrachtung der Inzisiven wurden bei den metallisch-versorgten Pfeilern Periotestwerte von $x_{Med} = 15$ (min. 04; max. 25; $\bar{x} = 15$) und bei den keramisch-teleskopierten Zähnen von $x_{Med} = 06$ (min. - 01; max. 28; $\bar{x} = 08$) registriert (Abb. 15; Tab. 2). Dies überträgt sich in die klinischen Lockerungsgrade I und 0 ($P = 0,006$; Tab. 3).

Der mittlere Gesamtwert, errechnet aus den Medianwerten der einzelnen Zahngruppen, beträgt für die Metallgruppe somit $\bar{x} = 09$ und für die Keramikgruppe $\bar{x} = 08$ und ist für beide Materialgruppen dem Lockerungsgrad 0 entsprechend.

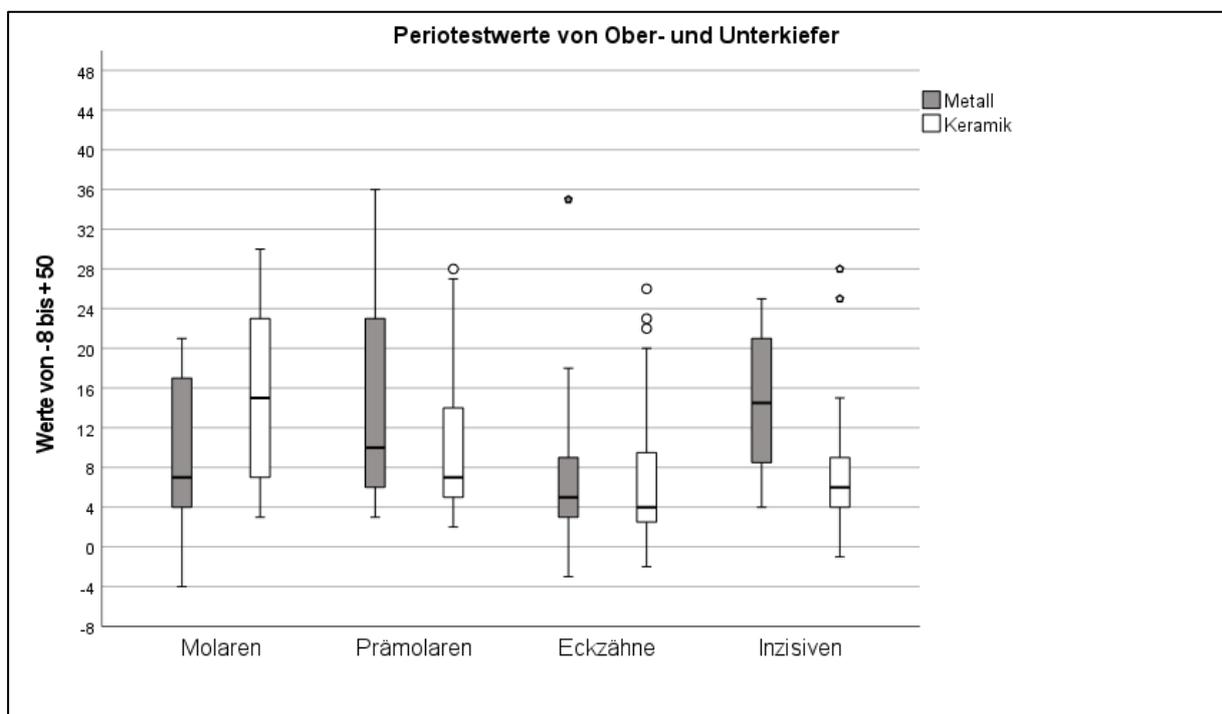


Abb. 15: Auf der von - 8 bis + 50 reichenden Periotest-Skala sind die Werte der vier Zahngruppierungen (Molaren, Prämolaren, Eckzähne, Inzisiven) beider Materialgruppen abgebildet. Box-Plot-Darstellung mit Median (-) und Spannweite.

Tab. 2: Periotest-Messungen der vier Zahngruppen

	Molaren	Prämolaren	Eckzähne	Inzisiven
Gruppe Metall	07*(09**)	10*(14**)	05*(06**)	15*(15**)
Gruppe Keramik	15*(16**)	07*(11**)	04*(08**)	06*(08**)

Angabe der Periotest-Werte zwischen - 08 und + 50
 * Medianwerte
 ** Mittelwerte

Tab. 3: Einstufung im klinischen Lockerungsschema

	Molaren	Prämolaren	Eckzähne	Inzisiven
Gruppe Metall	0*	I*	0*	I*
Gruppe Keramik	I*	0*(I**)	0*	0*

Angabe aller Werte im klinischen Lockerungsschema mit den Lockerungsgraden 0, I, II, III
 * Medianwerte (\triangleq Mittelwerte)
 ** Mittelwert (da \neq Medianwert)

4.2 Komplikationen

Komplikationen traten im Sinne der Notwendigkeit endodontischer Behandlungen auf, sowie von Zahnfrakturen, Dezementierungen von Primärkronen und insuffizienten Primärkronenrändern. Drei Zähne, die mit metallischen Primärkronen versorgt waren und sieben keramisch-teleskopierte Pfeiler gingen während der Tragedauer des aktuellen Zahnersatzes verloren.

Endodontische Behandlungen

In der Gruppe der metallischen Primärkronen waren *insgesamt* $n_i = 4$ (4,94 %) Zähne und bei den keramischen $n_i = 23$ (30,26 %) Pfeilerzähne endodontisch behandelt ($P < 0,001$). Bei den metallisch-versorgten Patienten fanden $n_i = 2$ (2,47 %) der insgesamt vier Wurzelkanalbehandlungen dabei *vor Eingliederung* der Teleskopprothesen statt, die anderen $n_i = 2$ (2,47 %) *danach*. Bei den keramisch-teleskopierten Pfeilerzähnen waren $n_i = 8$ (10,52 %) Wurzelkanalbehandlungen *vor* und $n_i = 15$ (19,74 %) *nach der Eingliederung* des Zahnersatzes erforderlich (vor: $P = 0,051$; nach: $P < 0,001$; Abb. 16).

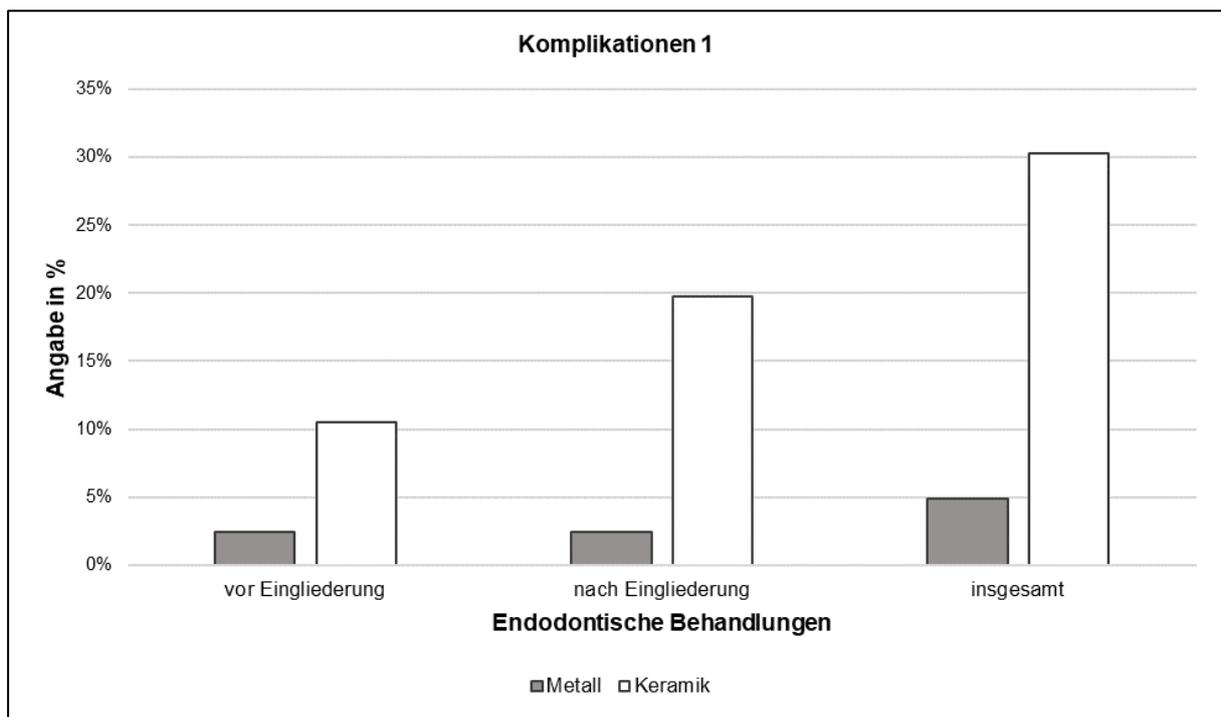


Abb. 16: Häufigkeit von notwendig gewordenen Wurzelkanalbehandlungen der Pfeilerzähne beider Materialgruppen vor Eingliederung der derzeitigen Teleskopversorgung sowie danach. Angabe der jeweilig dokumentierten Häufigkeiten.

Zahnfrakturen

Insgesamt waren $n_i = 3$ (3,78 %) der metallisch-versorgten und $n_i = 10$ (13,16 %) der keramisch-teleskopierten Pfeilerzähne frakturiert, in der Mehrzahl der Fälle bis auf das Gingiva-Niveau ($P = 0,042$; Abb. 17).

Dezementierungen

Die Anzahl der Dezementierungen von Primärkronen lag in der Gruppe der metallisch-versorgten Patienten bei $n_i = 6$ (7,44 %) und bei den keramischen Versorgungen bei $n_i = 16$ (21,05 %) Vorkommnissen ($P = 0,020$; Abb. 17).

Insuffiziente Primärkronenränder

Unter Betrachtung von insuffizienten Kronenrändern fielen $n_i = 6$ (7,44 %) Metallkronen und $n_i = 8$ (10,53 %) keramische Primärkronen auf ($P = 0,581$; Abb. 17).

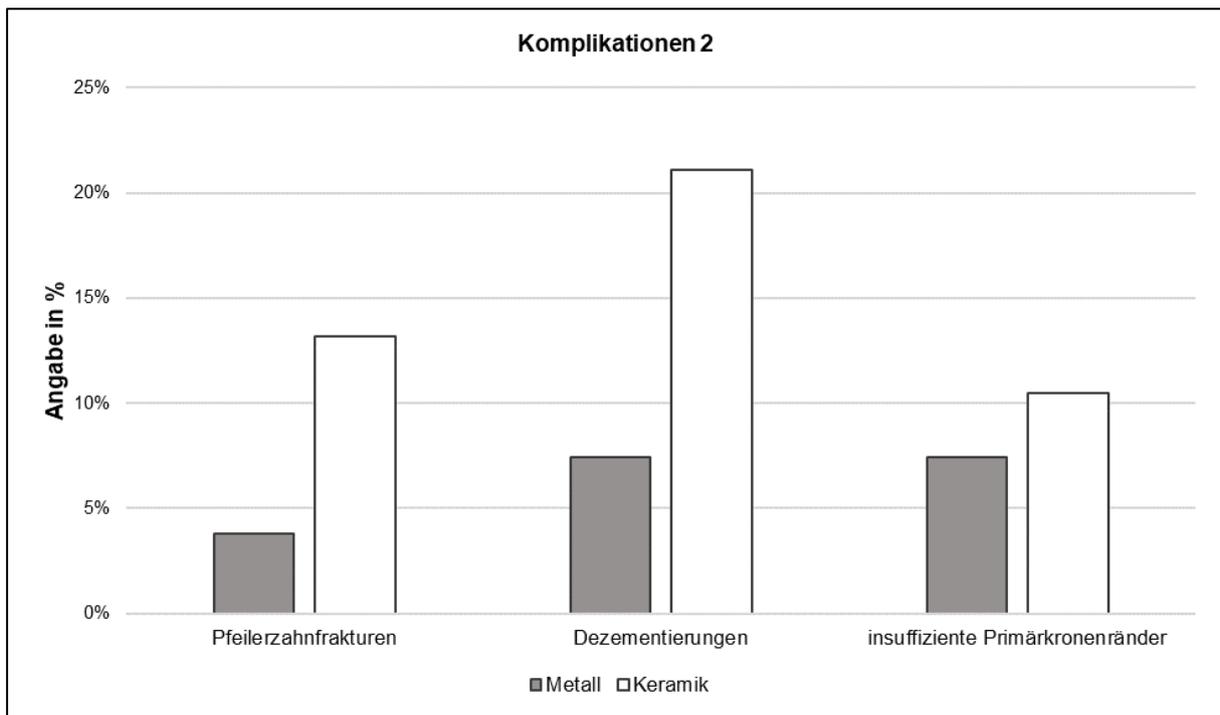


Abb. 17: Häufigkeit von Komplikationen durch frakturierte Pfeilerzähne, Dezementierungen von Primärkronen und insuffiziente Primärkronenränder während der derzeitigen Teleskopversorgung in beiden Materialgruppen. Angabe der jeweilig dokumentierten Häufigkeiten

4.3 Technisch-funktionelle Parameter

Die Bewertung der technisch-funktionellen Parameter der Teleskopprothesen erfolgte mittels Fragebogen, welcher von den Patienten ausgefüllt wurde.

Die Beurteilung erfolgte auf einer Zufriedenheitsskala von eins (sehr unzufrieden) bis zehn (sehr zufrieden).

In Hinsicht auf die Zufriedenheit der Patienten mit der *Prothesenhandhabung* ihrer Teleskopprothese zeigte die Gruppe mit metallischen Primärkronen Werte von $x_{Med} = 9$ (min. 5; max. 10; $\bar{x} = 9$) und die Keramikgruppe Werte von $x_{Med} = 9$ (min. 5; max. 10; $\bar{x} = 8$) auf ($P = 0,667$; Abb. 18).

Die *Abnehmbarkeit* der Prothesen wurde bei der Metallgruppe mit $x_{Med} = 9$ (min. 4; max. 10; $\bar{x} = 9$) und bei der Gruppe mit keramischen Kronen mit $x_{Med} = 8,5$ (min. 5; max. 10; $\bar{x} = 8$) bewertet ($P = 0,376$; Abb. 18).

Die *Kauffunktion* erzielte bei den mit Metallkronen versorgten Patienten Werte von $x_{Med} = 8$ (min. 4; max. 10; $\bar{x} = 8$) und die keramischen Versorgungen wurden mit $x_{Med} = 9$ (min. 6; max. 10; $\bar{x} = 9$) beurteilt ($P = 0,178$; Abb. 18).

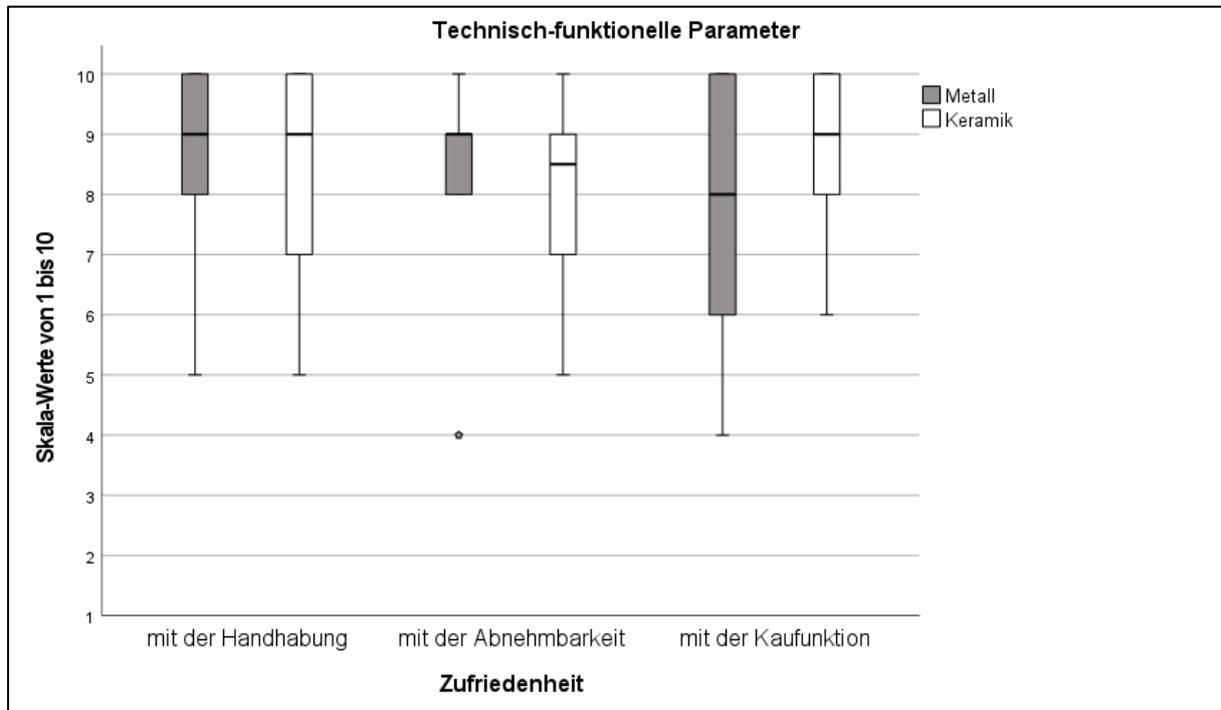


Abb. 18: Zufriedenheit mit der Handhabung, der Abnehmbarkeit und der Kauffunktion der Teleskopprothesen in beiden Materialgruppen. Angabe in Skala-Werten von eins (sehr unzufrieden) bis zehn (sehr zufrieden). Box-Plot-Darstellung mit Median (-) und Spannweite.

4.4 Ästhetische Parameter

Zunächst zielten zwei Fragen auf die Häufigkeit der Entnahme der Teleskopprothese durch den Patienten und die der Sichtbarkeit für den Partner oder Angehörige. Die Metall-Patienten *entnahmen ihren Zahnersatz* dabei in einer Anzahl von $x_{Med} = 2$ (min. 0; max. 4; $\bar{x} = 2$) Mal, die Keramik-Patienten $x_{Med} = 3$ (min. 1; max. 7; $\bar{x} = 3$) Mal *innerhalb von 24 Stunden* ($P = 0,104$; Abb. 19).

Die Primärkronen wurden im Median in beiden Gruppen nie ($x_{Med} = 0$; $\bar{x} = 2$; Metall: min. 0; max. 9; Keramik: min. 0; max. 7) für den Partner oder Angehörige *innerhalb einer Woche sichtbar* ($P = 0,874$; Abb. 19).

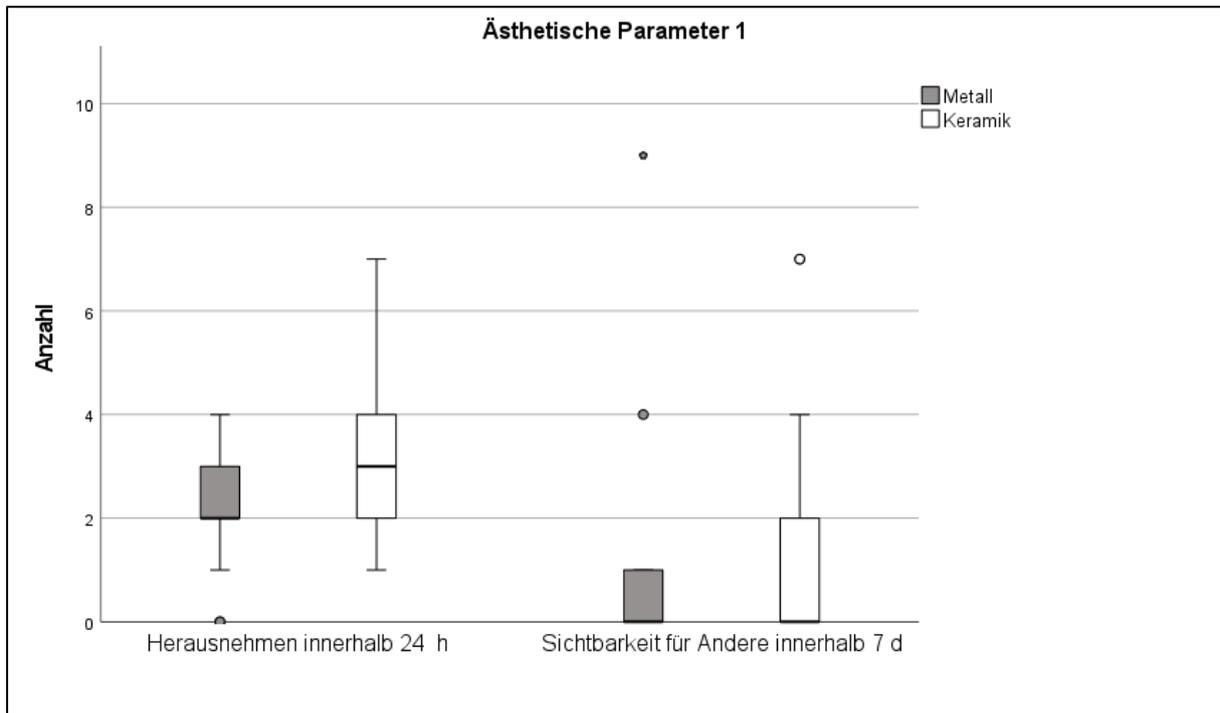


Abb. 19: Häufigkeit des Herausnehmens des Zahnersatzes durch die Patienten innerhalb von 24 Stunden, sowie die des Sichtbarwerdens der Primärkronen für andere Personen innerhalb von sieben Tagen. Angabe der Anzahl. Box-Plot-Darstellung mit Median (-) und Spannweite.

Bei der ästhetischen Bewertung der metallischen beziehungsweise keramischen Innenkronen durch die Patienten, welche ebenfalls auf einer Skala von eins (niedrigster Stellenwert; sehr unzufrieden) bis zehn (höchster Stellenwert; sehr zufrieden) erfolgte, lag der *Stellenwert der Farbe* der Primärteile bei den mit metallischen Materialien versorgten Patienten bei $x_{Med} = 1,5$ (min. 1; max. 9; $\bar{x} = 4$) und bei $x_{Med} = 6,5$ (min. 1; max. 10; $\bar{x} = 6$) in der Keramikgruppe ($P = 0,062$; Abb. 20).

Die *Zufriedenheit über die Farbe* der Innenkronen erschien mit einer Beurteilung von $x_{Med} = 9$ (min. 1; max. 10; $\bar{x} = 8$) durch die metallisch-versorgten Patienten und mit Werten von $x_{Med} = 8,5$ (min. 4; max. 10; $\bar{x} = 8$) für die Keramikgruppe ($P = 0,839$; Abb. 20).

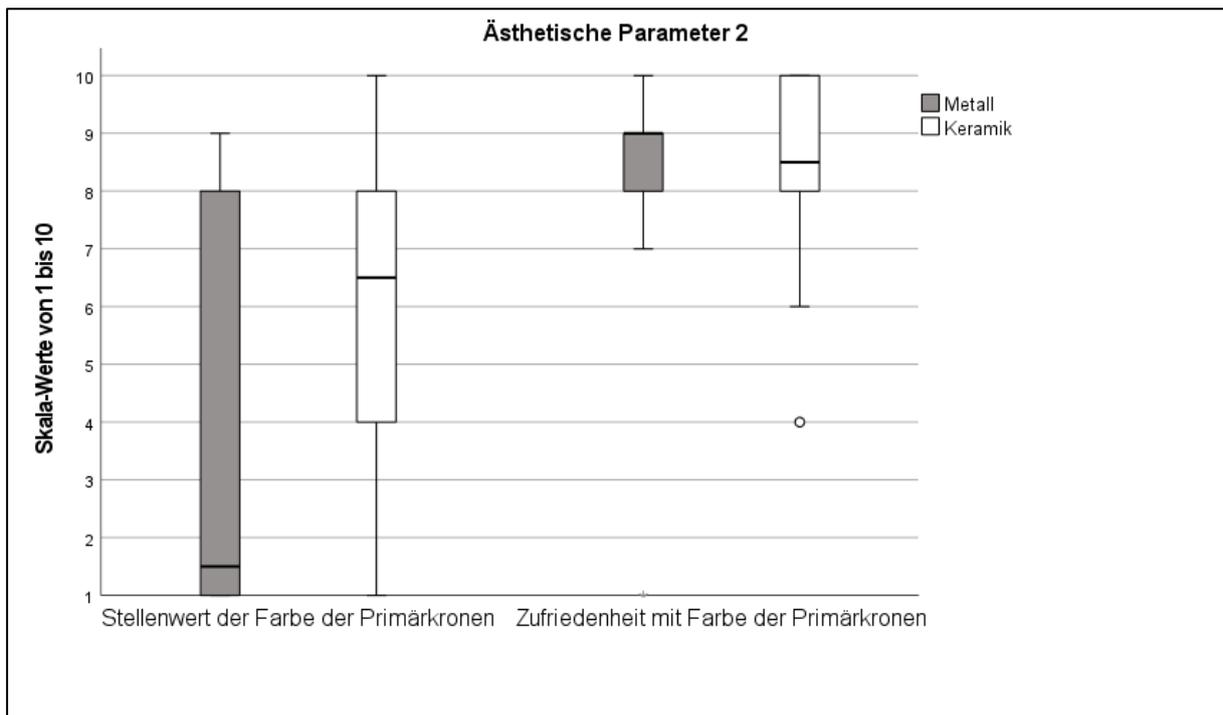


Abb. 20: Stellenwert der Farbe ihrer Primärkronen und Zufriedenheit der Patienten mit dieser Farbe in beiden Materialgruppen. Angabe in Skala-Werten von eins (sehr unzufrieden) bis zehn (sehr zufrieden). Box-Plot-Darstellung mit Median (-) und Spannweite.

5 Diskussion

5.1 Kritische Betrachtung der eigenen Untersuchung und Vergleich mit den Ergebnissen der Literatur

In der vorliegenden Arbeit wurde die Zweckmäßigkeit der Verwendung metallischer und keramischer Materialien zur Herstellung von Primärkronen für Teleskopprothesen untersucht. Bei der Nachuntersuchung analysierte man biologische Parameter, ermittelte aufgetretene Komplikationen und bewertete mittels Fragebogen und Zehn-Punkte-Skala technisch-funktionelle und ästhetische Gesichtspunkte. In beiden Materialgruppen nahmen jeweils 14 Patienten teil, wobei 81 metallische und 76 keramische Primärkronen untersucht wurden. Das Alter der Patienten lag im Mittel bei 69,25 Jahren für die Metallgruppe und bei 72,93 Jahren für die Keramikgruppe. Der Zahnersatz befand sich 3,6 bzw. 8,8 Jahre in situ.

Bei den biologischen Parametern zeigten im Median 100,00 % der mit Metallkronen teleskopierten Pfeiler und 32,50 % der mit Keramikprothesen versorgten Zähne eine positive Reaktion auf Kältereiz ($P = 0,007$). Der Perkussionstest wies in beiden Gruppen keine pathologischen Ereignisse auf ($P = 0,759$). Die Ermittlung des Plaque Control Record als Mundhygieneindex folgte Mittelwerte von 43,52 % in der Metallgruppe zu 44,30 % in der Keramikgruppe ($P = 0,904$). Der Gingival Bleeding Index zur Gingivitisdiagnose zeigte an durchschnittlich 35,39 % (Metall) gegenüber 46,76 % (Keramik) der Messstellen eine oberflächliche Sulkusblutung ($P = 0,127$). Bei der Bestimmung von Bleeding on Probing als Parameter der Parodontitisdiagnose registrierte man an 32,30 % (Metall) zu 47,66 % (Keramik) der untersuchten Stellen eine tiefe Taschenblutung ($P = 0,030$). Die Sondierungstiefen ergaben durchschnittlich 2,19 mm (Metall) und 2,55 mm (Keramik; $P = 0,098$). Gingivale Rezessionen traten in der Metallgruppe mit mittleren Werten von 0,51 mm und in der Keramikgruppe mit 0,40 mm auf ($P = 0,438$). Aus den Ergebnissen von Rezession und Sondierungstiefe ergab sich in Summe ein Attachment-Level von 2,70 mm (Metall) gegenüber 2,95 mm (Keramik; $P = 0,348$). Die Bestimmung des Lockerungsgrades der Pfeilerzähne mittels Periotestmessung folgte durchschnittliche Werte von 09 (Metall) zu 08 (Keramik).

An Komplikationen wurde der Verlust von 3 metallischen und 7 keramischen Teleskoppeilern berichtet. Nach Eingliederung der Teleskopprothesen war bei 2,47 % der metallischen und 19,74 % der keramischen Teleskoppeiler eine endodontische Behandlung notwendig ($P < 0,001$) - vor der Eingliederung in 2,47 % (Metall) zu 10,52 % (Keramik; $P = 0,051$). Pfeilerzahnfrakturen traten in 3,78 % (Metall) gegenüber 13,16 % (Keramik) auf ($P = 0,042$). Dezementierungen von Primärkronen ergaben sich in 7,44 % (Metall) zu 21,05 % (Keramik; $P = 0,020$). An 7,44 % der metallischen und 10,53 % der keramischen Primärkronen wurden insuffiziente Kronenränder registriert ($P = 0,581$).

Mittels Fragebogen und Zehn-Punkte-Skala erfolgte die Bewertung der technisch-funktionellen und ästhetischen Parameter. Die Prothesenhandhabung erzielte in beiden Gruppen Medianwerte von 9 ($P = 0,667$), die Abnehmbarkeit von 9 (Metall) zu 8,5 (Keramik; $P = 0,376$). Die Kaufunktion wurde von den Patienten mit 8 (Metall) gegenüber 9 Punkten beurteilt (Keramik; $P = 0,178$). Die Häufigkeit der Prothesenentnahme innerhalb von 24 Stunden lag in der Metallgruppe im Median bei 2 und in der Keramikgruppe bei 3 ($P = 0,104$). Bezüglich des Sichtbarwerdens der Innenkronen für nahe-stehende Personen innerhalb von sieben Tagen vermerkte man für beide Gruppen im Median 0 ($P = 0,874$). Der Stellenwert der Farbe der Innenkronen wurde mit 1,5 (Metall) zu 6,5 (Keramik) bewertet ($P = 0,062$) und die Zufriedenheit mit der Erscheinungsfarbe ergab Werte von 9 in der Metallgruppe gegenüber 8,5 in der Keramikgruppe ($P = 0,839$).

Biologische Parameter

In Betrachtung der biologischen Parameter wurde im Median zunächst eine Vitalität von 100,00 % in der Metallgruppe und 32,50 % bei den keramisch-versorgten Pfeilern nachgewiesen ($P = 0,007$). Es mag zunächst auffallen, dass die keramisch-versorgten Pfeilerzähne eine, im Median betrachtet, 67,50 % geringere Vitalität bei Untersuchung mittels des Kältetests aufwiesen als die metallischen. Zunächst ist immer zu berücksichtigen, dass es bei dem subjektiven Verfahren der Vitalitätsprobe zu einzelnen Untersuchungsfehlern und gegebenenfalls zu fehlerhaften Aussagen durch die Patienten kommen kann. Der in dieser Untersuchung verwendete Kältetest wird dabei aufgrund seiner nachgewiesenen hohen Genauigkeit als primäre Methode für die korrekte Testung der Vitalität empfohlen (Balevi 2019).

Es ist bekannt, dass das menschliche Gewebe sowie auch die Pulpa im Laufe des Lebens zahlreichen Veränderungen unterliegen. Gerade die zunehmende Verkalkung der Dentinkanälchen und die Bildung von Sekundärdentin mit einhergehender Verringerung von Pulpenkammer und -gewebe erscheinen in verschiedenen Studien als ein ausschlaggebender Grund für eine Verminderung der Sensibilität (Ketterl 1983, Carvalho et al. 2017, Iezzi et al. 2019). Dies sollte in dieser Studie allerdings von geringerer Bedeutung sein, da die Patienten im Durchschnitt ein ähnliches Alter aufwiesen.

Die Gegebenheit könnte allerdings in gewissem Maße der geringen Wärmeleitfähigkeit und damit auftretenden Thermoisolation der Zirkoniumdioxidkeramik nahestehen (Miranda et al. 2013, Wiedhahn et al. 2016). Würde man dabei von einer resultierend herabgesetzten Testbarkeit der Vitalität mittels Kälte bei Versorgung mit Keramikkrone ausgehen, könnte man gegensätzlich eine verstärkte Wirkung diesbezüglich im Falle der metallischen Werkstoffe annehmen - mit allgemein bekannter hoher thermischer Leitfähigkeit.

Allerdings erscheint diese Betrachtung ohne die Kenntnis des Einflusses der Materialdicke zwischen regulären Keramikkrone-Versorgungen gegenüber den dünneren Schichtstärken in keramischen Primärkrone. Studien besagen zudem, dass intakte Zähne und vollkeramische Restaurationen eine vergleichbare Reaktion auf thermische Kältetests zeigen (Miller et al. 2004).

Somit lässt sich vermuten, dass die 67,50 % niedrigere Vitalität seitens der keramisch-versorgten Pfeilerzähne in weiten Teilen auf irritative, pulpale Veränderungen zurückgehen, welche auch auf eine Pulpanekrose deuten können (Kerschbaum et al. 1989, Romanos et al. 2014, Oh et al. 2021). Ursächlich zu bedenken ist dabei der Einfluss eines ausreichenden Materialabtrages während der Präparation, um das Platzangebot für die jeweilig benötigten Schichtstärken der Restaurationsmaterialien zu erzielen. Gleichzeitig ist die dabei kritische Mindestdicke des noch verbleibenden Dentinmantels zu bewahren, um eine Schädigung der Pulpa zu vermeiden. Laut Studien kommt es infolge der Pfeilerpräparation dabei in 4 % bis 33 % der Fälle zum Verlust der Zahnvitalität mit Entstehung einer Pulpanekrose (Tay et al. 2012). Die Sachverhalte der jeweilig benötigten und empfohlenen Schichtstärken beider Materialien sowie die verbleibende Mindestdicke des Dentins werden weiterhin im Punkt „Endodontische Behandlungen“ in Bezug auf die registrierten Komplikationen der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt und näher angesprochen. Unter dem Bewusstsein, dass eine

Exstirpation des Zahnervs mit dem Verlust der Vitalität und somit der Sensibilität einhergeht (Kerschbaum et al. 1981, Koçkapan 2003), ist auch die durch Endodontie vorliegende Avitalität zu berücksichtigen.

Bei im Median 100,00 % der metallisch-versorgten Zähne und 100,00 % der keramischen Pfeiler wurde keine Reaktion auf Perkussion nachgewiesen ($P = 0,759$). Eine nachgewiesene Perkussionsempfindlichkeit als mögliches Anzeichen entzündlicher Ereignisse von Pulpa und apikalem Parodont, die in häufigen Fällen eine Behandlungsbedürftigkeit nach sich ziehen, sollte stets klinisch und röntgenologisch kontrolliert werden (Raab 1991). Während eine Perkussionsdolenz in vertikaler Richtung auf pulpale Pathologien im Sinne einer apikalen Parodontitis schließen lässt, kann man in horizontaler Richtung eher auf ein parodontales Ereignis deuten (Hellwig et al. 2009). In der vorliegenden Studie konnte in der Metallgruppe keine Reaktion auf Perkussion nachgewiesen werden, auch die keramisch versorgten Pfeilerzähne waren weitgehend unempfindlich bezüglich des Klopftests. Es konnte kein signifikanter Unterschied in beiden Gruppen registriert werden. Lediglich 1,79 % der keramisch-versorgten Pfeiler wiesen eine Schmerzempfindung bei vertikaler Testung auf. Die empfindlichen Zähne zeigten keine Vitalität auf Testung. Dentale Traumata wurden verneint. Es lässt sich hierbei vermuten, dass die Gegebenheit der negativen Sensibilität im Sinne einer vermeintlichen Pulpanekrose mit dem Vorliegen von Perkussionsempfindlichkeit korreliert. Laut Studien kommt es bei Zähnen nach Präparation einer Einzelkrone zu Erhöhung des Risikos eines Vitalitätsverlustes mit Pulpanekrose von 1 % pro Jahr (Karls-son 1986).

Die Bestimmung des Plaque Control Record (PCR) folgte durchschnittliche Werte von 43,52 % für die metallischen Primärkronen und 44,30 % in der Keramikgruppe ($P = 0,904$). Bei Betrachtung des Plaque Control Record ließen sich in beiden Materialgruppen ähnliche Durchschnittswerte ermitteln - mit minimal höherem Ergebnis von 0,78 % in der Keramikgruppe. Dies kann zum einen bedeuten, dass eine vergleichbare Mundhygiene der untersuchten Patienten vorliegt. Niemand der Patienten erhielt in den Wochen zuvor eine Zahnreinigung.

Allerdings könnte dies auch als Gegenargument für die vermeintlich niedrigere Biofilmanlagerung der Zirkoniumdioxidkeramik in Langzeit gesehen werden. Die in zahlrei-

chen kurzzeitigeren Untersuchungen berichtete niedrigere Biofilm-Akkumulation (Bremer et al. 2011) konnte in den angegebenen langfristigen Studien nicht beobachtet werden. Studien belegen, dass die anfänglich hochglatte Oberfläche der keramischen Versorgungen mit der Zeit an Rauigkeit zunimmt (Lucas et al. 2015). Es wurde eine Erhöhung der Biofilm-Anlagerung mit zunehmender Alterung des Materials nachgewiesen (Astasov-Frauenhoffer et al. 2018, Rigolin et al. 2019). Die Studienergebnisse zur Biofilmbildung bei Nutzung der betrachteten Materialien in der Implantologie sind geteilt. Einige weisen für Zirkoniumdioxid im Vergleich zur Materialvariante Titan vergleichbare Werte auf, wobei sich die beiden Materialien in der Menge der Biofilmanlagerung die Waage halten (Lee et al. 2011, Raffaini et al. 2018, Desch et al. 2020). Manche Studien weisen zudem eine geringere Plaque-Anlagerung bei edlen Metallen in Vergleich zur Keramik auf (Zeller et al. 2020) oder schwächen die Eigenschaft der niedrigeren Plaque-Anlagerung bei Zirkon ab (Go et al. 2019, Wilson et al. 2019). Andere Untersuchungen fielen gegenteilig aus - zugunsten der Keramik (Scarano et al. 2004, Souza et al. 2016).

Der Gingival Bleeding Index (GBI) wies im Schnitt 35,39 % für die Messstellen der Metallgruppe und 46,76 % in der Keramikgruppe auf ($P = 0,127$). Die Untersuchungswerte des Gingival Bleeding Index, als Aussage über das Vorhandensein und die Beurteilung einer Entzündung der Gingiva, befanden sich in beiden Gruppen durchschnittlich über den Werten des definierten Gesundheitszustandes von kleiner 10 %. Die Werte fielen in der Metallgruppe im Schnitt allerdings 11,37 % geringer aus als in der Gruppe der keramisch-versorgten Patienten. Beide Gruppen wiesen dabei ähnliche, jedoch vergleichsweise hohe Plaque-Werte nach Bestimmung des Plaque Control Record auf.

Es stellt sich nun die Frage, wieso die keramisch-versorgten Patienten dennoch über 11,37 % höhere GBI-Werte aufzeigten und mit 46,76 % nahe an die Grenze, der ab 50 % definierten, starken und generalisierten Entzündung des Parodonts reichen (Ainamo et al. 1976). Verschiedene Studien lieferten bereits Ergebnisse des vorkommenden Erscheinungsbildes einer entzündeten Gingiva im Zusammenhang mit vollkeramischen Versorgungen (Hosseini et al. 2011, Salido et al. 2012). Andere Untersuchungen zeigen, dass auch ein leicht erhöhtes Risiko an Sulkusblutungen für

Nichtedelmetallkronen möglich ist, welche Nickel enthalten. Die hochgoldhaltigen Materialien wurden dabei allerdings ohne relevante Einflüsse auf das Parodontium untersucht (Hu et al. 2010).

Zahlreiche Studien belegen, dass eine korrekte marginale Adaptation von Zahnkronen ein wichtiges Kriterium für die gingivale Gesundheit darstellt (Reitemeier et al. 2002). Es wurde allerdings eine häufig schlechtere marginale Passung von keramischen Kronen berichtet (Baldassarri et al. 2012, Hosseini et al. 2013, Sailer et al. 2018). Kombiniert man letztere beiden Gegebenheiten miteinander, so könnte dies eine mögliche Ursache für die höheren Werte bei der Kontrolle auf vorliegende Sulkusblutungen sein. In welchem längerfristigen Zusammenhang die Entstehung einer Gingivitis mit der Abhängigkeit der Materialwahl steht, kann anhand der vorliegenden Daten nicht geklärt werden.

Bei 32,30 % der Messstellen der Patienten mit Metall-Teleskopen und 47,66 % der Stellen in der keramisch-versorgten Gruppe zeigte sich eine tiefe Taschenblutung ($P = 0,030$). Zur Bewertung der Anfälligkeit oder des Verlaufs einer Parodontitis in der Risikodiagnostik sollten verschiedene Parameter, wie Bleeding on Probing, die Sondierungstiefen der Zahnfleischtaschen, Zahn- und Knochenverluste sowie weitere Faktoren herangezogen werden. Diese Parameter stehen häufig in direkter Korrelation zueinander (Lang et al. 2003). Der Blutung-auf-Sondieren-Index (BOP), gilt dabei als etablierte Möglichkeit einer Aussage über den parodontalen Zustand und geht nach verschiedenen Studien bei prozentualer Zunahme mit einer Verringerung der parodontalen Stabilität einher. Es kann auch zu einem Verlust des Attachments führen und damit zur Erhöhung der Sondierungstiefen (Lang et al. 1990, Chaves et al. 1993, Joss et al. 1994). Studien zeigen, dass eine Entzündung bei Kronenversorgungen im Allgemeinen häufiger vorkommen kann, allerdings ohne eine parodontale Destruktion (Giollo et al. 2007).

Die Patienten beider Gruppen lagen im Schnitt über den Werten von 25 % und wiesen somit nach Definition ein hohes Risiko einer parodontalen Destruktion auf (Lang et al. 1996). Die keramisch-versorgten Patienten zeigten dabei mit im Mittel 15,36 % höheren Werten ein signifikant schlechteres Ergebnis als die der Metallgruppe. Auch in anderen Studien wurden bei keramischen Kronen erhöhte BOP Werte beobachtet (Tan-

ner et al. 2018). Diese Gegebenheiten stärken die Annahme einer besonders biologischen Verträglichkeit der Zirkoniumdioxidkeramik nicht, weshalb weitere langfristige Untersuchungen folgen sollten.

Die Sondierungstiefen (ST) lagen in der Metallgruppe bei durchschnittlich 2,19 mm und in der Keramikgruppe bei 2,55 mm ($P = 0,098$). In Anlehnung an die neue Klassifikation der Parodontalerkrankungen werden Sondierungstiefen bis 3 mm und BOP $< 10\%$ als physiologisch betrachtet - nach parodontaler Therapie gilt ein Wert bis 4 mm ohne Blutung als stabil (Eickholz 2010, Chapple et al. 2018, Papapanou et al. 2018). Beide Gruppen zeigten somit im Mittel physiologische Taschentiefen, wobei die metallisch-versorgten Patienten allerdings im Schnitt 0,36 mm geringere Werte aufwiesen. Da die Werte der Sondierungstiefen mit den Werten des BOP in Korrelation stehen, sollten auch die Ergebnisse der aufgetretenen, tiefen Taschenblutungen für eine Aussage berücksichtigt werden (Joss et al. 1994, Lang et al. 2003). Im Falle der Keramikgruppe, welche in der vorliegenden Untersuchung 15,36 % höhere BOP-Werte aufwies als die metallisch-versorgten Patienten, erkennt man demnach die Relation der höher ausfallenden Sondierungstiefen der Zahnfleischtaschen.

Die Literatur zeigt zudem, dass es durch eine nicht axiale und ungleichmäßige Belastung der Prothese zu einem Verlust von Alveolarknochen sowie daraus resultierender Zahnbeweglichkeit kommen kann (Plotnick et al. 1975, Widbom et al. 2004).

Das Ausmaß der gingivalen Rezession bei den metallisch-teleskopierten Pfeilerzähnen betrug im Schnitt 0,51 mm und 0,40 mm in der Keramikgruppe ($P = 0,438$). Die Aussage über die Rezession der Pfeilerzähne bzw. der Rückgang des Zahnfleisches einhergehend mit einer Freilegung der Zahnhäse geht von der Voraussetzung aus, dass die Präparation für die Primärkronen isogingival gestaltet wurde. Der Kronenrand befand sich also nach Primärkronen-Eingliederung auf Höhe des Zahnfleischsaumes. Für die Patienten der beiden Materialgruppen registrierte man sehr ähnliche Werte der vertikal gemessenen Rezession an den Pfeilerzähnen, wobei die metallisch-versorgten Patienten einen 0,11 mm höheren Wert aufwiesen. Die mittleren Werte beider Gruppen waren dennoch sehr gering und zeigten keine signifikanten Unterschiede. Als Ursache für die gingivale Rezession werden laut Studien verschiedene Gründe genannt, die über traumatisches Zähneputzen und Belastungsphänomene bis hin zu bekannten Parodontitis-Risiken reichen (Tugnait et al. 2001, Litonjua et al. 2003,

Sarfati et al. 2010, Fukumoto et al. 2014, Teixeira et al. 2018). Die Vorbereitung des Sulkus für eine präzise Abformung erfolgte bei den Patienten der vorliegenden Untersuchung mittels Retraktionsfäden. Studien zeigen, dass ein Rückgang des Zahnfleischsaumes auch bei dem Legen dieser Fäden durch eine gelegentliche Traumatisierung der Gingiva bewirkt werden kann (Feng et al. 2006, Tao et al. 2018).

Das Attachment-Level (CAL), summiert aus den Werten der Sondierungstiefen und der Rezessionen, entsprach in der Metallgruppe durchschnittlichen Werten von 2,70 mm. Die keramisch-versorgten Pfeiler zeigten im Schnitt Werte von 2,95 mm ($P = 0,348$). Wenn man den aus den Parametern der Sondierungstiefen und der Rezessionen bestimmten klinischen Wert des Attachment-Levels als Aussage über einen stattgefundenen Verlust parodontaler Strukturen betrachtet, resultiert damit in der Keramikgruppe ein im Mittel 0,25 mm höherer Verlust (Ryan 2005). Eine Erklärung des höheren Verlustes des Attachment-Levels in der Keramikgruppe bei vergleichbaren Werten der Rezessionsbildung könnte durch die Ergebnisse der vorausgegangenen Parodontalindizes erklärt werden, welche ein maßgebender Faktor für die Erhöhung der Sondierungstiefen sind (Joss et al. 1994).

Die Lockerungswerte, die separiert für die vier Zahnguppen der Molaren, Prämolaren, Eckzähne und Inzisiven betrachtet wurden, zeigten in der Molarengruppe Medianwerte von 07 für die metallisch-versorgten Pfeiler und 15 für die Keramikgruppe ($P = 0,224$). Für die Prämolaren wurden Lockerungen von 10 gegenüber 07 registriert ($P = 0,538$), die Eckzahngruppe wies Lockerungswerte von 05 zu 04 ($P = 0,856$) und die Inzisiven von 15 zu 06 auf ($P = 0,006$). Insgesamt folgerten sich somit Durchschnittswerte von 09 gegenüber 08.

Zur Bestimmung des Lockerungsgrades mittels der Periotest-Messung ist zu berücksichtigen, dass ein verlängerter Kontakt zwischen Gerät und Zahn mit der Höhe des Periotest-Wertes und hierbei mit einer verstärkten Lockerung des Zahnes korreliert (Andresen et al. 2003). Zahnlockerung kann auf einen verstärkten parodontalen Knochenverlust hindeuten (Schulte et al. 1992).

Die Lockerungswerte der Teleskopfeilerzähne erschienen insgesamt relativ ausgeglichen, keine Gruppe wies nach Umrechnung in das klinische Lockerungsschema die Lockerungsgrade II oder III auf. Die metallisch-teleskopierten Zähne wiesen im Median höhere Lockerungswerte für die Gruppe der Prämolaren und Inzisiven auf, die

keramisch-versorgten Pfeiler zeigten die höheren Werte für die Molaren. Die Lockerungswerte der Eckzähne waren für beide Gruppen ähnlich. Zu berücksichtigen ist die Pfeilerwertigkeit der Zahngruppen. Die Literatur schreibt, dass unter Betracht eines intakten Zahnhalteapparates sowie gesunder Zähne nach Berücksichtigung der Wurzelanzahl und -oberfläche die Molaren eine höhere Stabilität und Wertigkeit aufweisen als die Eckzähne und diese wiederum als die Prämolaren und die Inzisiven (Raetschak et al. 1984, Körber 1987, Ludwig et al. 2002, Pospiech 2002, Stein 2010). Die Betrachtung zeigt somit, dass Metall die höheren Werte bei den wertigkeits-niedrigeren Pfeilern, den Prämolaren und Inzisiven, aufweist. Dahingegen erfährt die Keramik die größte Lockerung vor allem an den Zahngruppen der unter gesundem Zustand höchsten Stabilität.

Zahlreiche Studien zeigen, dass die korrekte Insertion von Teleskopprothesen mit einem ausreichenden Unterstützungspolygon häufig eine vorliegende Zahnlockerung mindern kann oder ohne relevanten Einfluss auf die Lockerungswerte bleibt (Häupl 1959, Reppel et al. 1984, Niedermeier et al. 1994). Die Eingliederung einer Teleskopprothese ist laut der in Untersuchungen beschriebenen guten Wirksamkeit der sekundären Verblockung entgegen einer Zahnlockerung auch bei Zähnen mit parodontal reduziertem Zustand möglich (Langer 1981, Gernet et al. 1983, Walther et al. 1989). Da vergleichbare Lockerungswerte vor der Eingliederung des derzeitigen vorhandenen Zahnersatzes der Patienten nicht bekannt sind, ist es schwer, eine Aussage über die Entstehung oder Veränderung der Lockerungsparameter im Laufe der Tragedauer zu treffen.

Die Annahme, dass eine nicht axiale und ungleichmäßige Belastung oder eine unkorrekte Passung zu einer Erhöhung der Lockerung bis hin zum Verlust der Zähne führen kann, erscheint selbsterklärend und ist in der Literatur beschrieben (Widbom et al. 2004). In der Untersuchung von Teleskopprothesen mit nicht axialer Belastung erfuhren die Prämolaren die höchsten Belastungen (Saito et al. 2003). Diese Auswirkung könnte gegebenenfalls die Prämolaren-Werte der metallisch-versorgten Pfeilerzähne erklären. Es käme dann aber die Frage auf, wie die hohe Lockerung der Molaren in der Keramikgruppe zustande käme.

Allerdings bestärken die vorgestellten Studienergebnisse die Gegebenheit, dass die Lockerungswerte bereits vor Eingliederung der Prothesen den Ergebnissen dieser Untersuchung ähnlich waren, insofern die vorgegebene Präzision bei der Teleskop- und Prothesengestaltung sowie eine korrekte Passung eingehalten wurden. Ob dennoch

ein Zusammenhang zu einem bestimmten Material besteht, erscheint für weiterführende Studien interessant.

Komplikationen

Komplikationen, die während der Tragedauer des Zahnersatzes auftraten, zeigten sich im Allgemeinen häufiger bei den keramischen Versorgungen.

Die Häufigkeit von endodontischen Behandlungen lag in der Metallgruppe bei insgesamt 4 (4,94 %) von 81 untersuchten Zähnen, wohingegen bei den keramisch-versorgten Patienten 23 (30,26 %) von 76 Pfeilerzähnen wurzelkanalbehandelt waren ($P < 0,001$). Die Notwendigkeit von endodontischen Maßnahmen vor Eingliederung des aktuellen Zahnersatzes der Patienten lag in der Metallgruppe bei 2 (2,47 %), in der Keramikgruppe bei 8 (10,52 %) Pfeilerzähnen vor ($P = 0,051$). Nach Eingliederung der Prothesen beliefen sich die Vorkommnisse von Wurzelkanalbehandlungen auf 2 (2,47 %) bei den metallischen gegenüber 15 (19,74 %) bei den keramisch-versorgten Pfeilern ($P < 0,001$).

Bei der Betrachtung der durchgeführten endodontischen Behandlungen erscheint die Häufigkeit der notwendigen Therapien zunächst in der Keramikgruppe generell auffällig. Allerdings sollte beachtet werden, dass sich die Anzahl, der vor Eingliederung der Prothesen stattgefundenen Eingriffe bei den Teleskopfeilern der keramisch-versorgten Patienten dabei im Wesentlichen aus zwei Patienten (9,21 % von insgesamt 10,52 %) zusammensetzten, bei denen sieben der acht vorliegenden endodontischen Ereignisse in der Vergangenheit erforderlich waren. Dies erklärt die in Summe auffallend höhere Zahl der Keramikgruppe vor Eingliederung. Die übrigen elf Patienten dieser Gruppe wiesen jedoch keine und ein Patient lediglich eine vorausgegangene Endodontie auf. Ein solch hohes Auftreten, das sich im Wesentlichen aus zwei Personen zusammensetzte, könnte dabei als Indiz für ein traumatisches Erlebnis vor der derzeitigen Versorgung sprechen, ist aber nicht genauer durch die Patienten bekannt.

Im Median zeigten die Patienten somit sowohl in der Metallgruppe als auch in der Keramikgruppe vor der Eingliederung ihrer derzeitigen Teleskopversorgung keine generalisierte Therapienotwendigkeit auf, wobei der Wert nach Insertion der Prothesen bei Metall ebenfalls bei null, bei Keramik allerdings bei eins lag. Somit wird deutlich, dass der mittlere Datenwert weitgehend bei einer Wurzelkanalbehandlung pro Patient lag. In Blick auf die Therapienotwendigkeit nach der Eingliederung der derzeitigen Teles-

kopversorgung zeigten sich dabei in den beiden Gruppen signifikante Unterschiede. Die keramisch-versorgten Patienten wiesen eine circa achtfach höhere Anzahl an erforderlichen Wurzelkanalbehandlungen auf als die mit Metall-Legierungen versorgten Patienten.

Es ist bekannt, dass ein allgemein hoher Materialabtrag für die Eingliederung einer Teleskopprothese erforderlich ist, um genügend Platz für alle dazugehörigen Komponenten zu schaffen. Dabei soll eine ausreichende Schichtstärke für die Primär- und Sekundärkronen, die ästhetische Verblendung sowie das Tertiärgerüst erreicht werden, ohne dass die Teleskope dabei zu voluminös in Erscheinung treten (Koller et al. 2011). Man könnte hierzu vermuten, dass der höhere Platzbedarf für Zirkoniumdioxidkeramik im Vergleich zu Metall bei der Präparation in Zusammenhang steht (Strub et al. 2011, Lee et al. 2019). Während die metallischen Versorgungen mit einer Mindestdicke von 0,3 mm auskommen (Gernet et al. 2011), benötigen die keramischen Primärteile mindestens 0,5 mm oder mehr Schichtdicke (Weigl et al. 2018). Dadurch kann ein Unterschreiten der minimalen Restdentin-Dicke, welche als Schutz der Pulpa laut Studien mindestens 0,7 mm bis 2 mm betragen sollte, vorkommen und die Notwendigkeit einer Wurzelkanalbehandlung infolge einer Schädigung der Pulpa auftreten (Jüde et al. 1997, Murray et al. 2000, Polansky et al. 2000, Hosseini et al. 2011, Davis et al. 2012, Borelli et al. 2015). Auch die untersuchte Perkussionsempfindlichkeit von 1,79 % auf vertikales Beklopfen der Pfeilerzähne in der Keramikgruppe im Vergleich zu 0,00 % in der Metallgruppe könnte folglich ein Anzeichen auf weitere pulpale Ereignisse mit der Notwendigkeit einer Therapie sein.

Die Häufung, der in der vorliegenden Arbeit registrierten Misserfolge in Bezug auf die Versorgung mit keramischen Primärkronen sollte vor der klinischen Anwendung beachtet werden und eine kritische Berücksichtigung finden.

Pfeilerzahnfrakturen wurden bei 3 (3,78 %) der metallisch-versorgten Zähne und bei 10 (13,16 %) der Keramikpfeiler registriert ($P = 0,042$). Es fanden über 80 % der eingetretenen Frakturen der Pfeilerzähne der Keramikgruppe an wurzelkanalbehandelten Zähnen statt. Die durch Endodontie in zahlreichen Studien nachgewiesene Schwächung der Zähne durch den Verlust von Zahnhartsubstanz könnte dabei die über dreifach häufigere Frakturanzahl der Keramikpfeiler erklären (Reeh et al. 1989, Sedgley et al. 1992). Zudem kann eine Überbelastung der Pfeilerzähne durch eine ungenaue Passung der Prothesen laut Literatur die Neigung zu Frakturen verstärken (Plotnick et

al. 1975). Die Mehrzahl an aufgetretenen Zahnfrakturen erscheint in dieser Untersuchung demnach vermutlich infolge einer Schwächung der Zähne durch Endodontie aufgetreten zu sein. Hier wäre die kategorische Forderung nach Stiftstabilisierung bei endodontisch behandelten Teleskopfeilern anzuregen, um das Risiko einer Zahnfraktur durch Zahnhartsubstanz-Schwächung infolge eines verstärkten Substanzverlustes im weiteren Verlauf zu verringern (Lau 1976, Smith et al. 1997, Valderhaug et al. 1997). Vorsicht sei jedoch auch geboten, wenn ein optimales Unterstützungspolygon im Sinne einer Belastungsverteilung nicht gegeben ist oder ermöglicht werden kann.

Die Häufigkeit von Dezementierungen der Primärkronen zeigte für die metallisch-versorgten Patienten einen Wert von insgesamt 6 (7,44 %) und 16 (21,05 %) für die Keramikgruppe ($P = 0,020$). Die Anzahl der Dezementierungen kam in der Keramikgruppe 13,61 % häufiger vor als bei den metallischen Primärkronen und es ergab sich hierbei ein signifikantes Ergebnis. Die in zahlreichen Studien nachgewiesene Gegebenheit stellt eine häufige Komplikation der Zirkoniumdioxidkeramik dar (Ortorp et al. 2012, Rinke et al. 2013, Martins et al. 2019). Verschiedene Untersuchungen berichten über eine Relation zwischen Retention und der Höhe des präparierten Zahnstumpfes. Je höher dieser nach der Präparation verbleibt, desto mehr Widerstand wird erzielt (Gernet et al. 2011, Strub et al. 2011). Schon die platzfordernde Konstruktion der Teleskopprothese mit all ihren Komponenten führt zu der Notwendigkeit einer ausgedehnteren Präparation (Koller et al. 2011). Rechnet man nun noch den in den vorherigen Absätzen beschriebenen, vergleichsweise höheren Platzbedarf des keramischen Materials für die Herstellung der Primärkronen hinzu, so könnte dies unter anderem ein Grund für den signifikanten Unterschied bei den Dezementierungen zwischen beiden Materialgruppen darstellen.

Auch eine insuffiziente marginale Anpassung korreliert mit dem Risiko einer Dezementierung, wobei in verschiedenen Studien häufig ein größerer Randspalt bei keramischen Versorgungen vorgefunden wurde (Baldassarri et al. 2012, Hosseini et al. 2013, Sailer et al. 2018).

Insuffiziente Kronenränder wurden bei 6 (7,44 %) metallischen Primärkronen und bei 8 (10,53 %) Keramikronen registriert ($P = 0,581$). Man nehme nun anhand der PCR-Werte dieser Studie an, dass die Mundhygiene in beiden Materialgruppen vergleichbar ist. Da die mittleren Plaque-Werte beider Gruppen mit über 40 % vergleichsweise hoch

ausfielen, kann dies eine ursächliche Gegebenheit für die Entstehung von Karies und in der Folge einer Kroneninsuffizienz sein. Da das Ergebnis dieser Untersuchung nicht signifikant war, ist ein Versuch für die Erklärung zu der etwas höheren prozentualen Rate der Keramikgruppe vorsichtig anzugehen. Zum einen kann ein ursächlicher Faktor auf der im Schnitt fünf Jahre längeren Verweilzeit der Primärkronen in situ beruhen. Je länger der Zustand einer schlechteren Mundhygiene besteht, desto mehr ist von der Entstehung einer Sekundärkaries auszugehen.

Aber auch die in zahlreichen Studien nachgewiesene schlechtere marginale Passung und der in weiteren Untersuchungen gezeigte größere Randspalt von keramischen Versorgungen kann ein Risiko darstellen (Baldassarri et al. 2012, Hosseini et al. 2013, Sailer et al. 2018).

Zu beachten ist dabei, dass Dezementierungen die Entwicklung einer Sekundärkaries am präparierten Zahnstumpf verstärken können (Schwartz et al. 1970, Walton et al. 1986, Parker et al. 1988, Karlsson 1989, Valderhaug 1991, Trier et al. 1998), was langfristig zur Insuffizienz der Kronenversorgung und damit zu einem Misserfolg führen kann.

Technisch-funktionelle Parameter

Die Bewertung der technisch-funktionellen Parameter der Teleskopprothesen erfolgte mittels Fragebögen auf einer Zufriedenheitsskala von eins (sehr unzufrieden) bis zehn (sehr zufrieden). Die Zufriedenheit der Patienten mit der Prothesenhandhabung wurde in beiden Gruppen mit 9 bewertet ($P = 0,667$) - die der Abnehmbarkeit mit 9 zu 8,5 ($P = 0,376$). Die Kaufunktion beurteilten die Patienten, welche mit metallischen Primärkronen versorgt waren mit 8 und die keramischen Versorgungen wurden mit 9 gewertet ($P = 0,178$).

Die Beurteilung aller technisch-funktionellen Parameter durch die Patienten war für beide Materialgruppen durchaus positiv. Die Betrachtung der technisch-funktionellen Parameter schnitt in beiden Gruppen in den Bewertungen der Zufriedenheit mit der Handhabung und der Abnehmbarkeit der Teleskopprothesen vergleichbar ab. Die Kaufunktion wurde bei Metall geringfügig schlechter bewertet. Dies könnte mit der etwas höheren Lockerung der Prämolaren und Inzisiven der Metallgruppe, der damit korrelierenden Atrophie des Alveolarknochens und einer daraus folgenden Verschlechterung des Prothesensitzes in Verbindung stehen.

Im Gesamten lässt sich durch diesen längerfristigen Vergleich in beiden Gruppen ein positives Ergebnis folgern, was in technischer Hinsicht für die Akzeptanz der Patienten spricht. Diese Gegebenheit findet sich auch in der Literatur für die Nutzung beider Materialien (Luft et al. 2021), wobei die metallischen Werkstoffe dennoch häufig eine höhere Zufriedenheit erzielten (Dąbrowa et al. 2013, Schwindling et al. 2017).

Ästhetische Parameter

Die ästhetischen Parameter, die ebenfalls mittels Fragebögen gewertet wurden, zeigten Häufigkeiten an oder beurteilten Fragen mittels einer Skala von eins (niedrigster Stellenwert; sehr unzufrieden) bis zehn (höchster Stellenwert, sehr zufrieden).

Die Häufigkeit mit der die metallisch-teleskopierten Patienten ihren Zahnersatz innerhalb von 24 Stunden entnehmen, lag im Median bei einer Anzahl von 2 für die metallisch-versorgten und bei 3 für die mit keramischen Primärkronen versorgten Patienten ($P = 0,104$). In beiden Gruppen wurden die Primärkronen dabei nicht für den Partner oder Angehörige innerhalb einer Woche sichtbar ($P = 0,874$).

Der Stellenwert der Farbe der Primärteile lag bei den mit metallischen Primärkronen versorgten Patienten bei einem Medianwert von 1,5 und bei 6,5 in der Keramikgruppe ($P = 0,062$). Die Zufriedenheit der Patienten bezüglich der Farbe der Innenkronen ergab für die metallisch-versorgten Patienten Werte von 9 zu 8,5 für die Patienten der Keramikgruppe ($P = 0,839$).

Die ästhetischen Parameter zeigten, dass die keramisch-versorgten Patienten ihren Zahnersatz einmal häufiger innerhalb eines Tages entnehmen. Jedoch werden die Primärkronen in beiden Gruppen im Median betrachtet nie für den Partner, Angehörige oder andere Personen sichtbar. Bevor man nun über die Wertung der Farbe der jeweiligen Materialien zu sprechen kommt, tritt zunächst der Gedanke nahe, dass der Großteil der Patienten dieser Studie ihre intraoral zementierten Primärkäppchen nur selbst zu betrachten scheint. Es resultiert die Idee, dass die Wahl der Materialien somit aus persönlicher Ästhetik und gegebenenfalls einer beratenden Funktion entstanden ist.

Fraglich wäre allerdings, welche Gründe das häufigere Entnehmen der Prothesen seitens der Patienten der Keramikgruppe hat. Die Erhebung des PCR gab die Aussage über eine vergleichbare Mundhygiene beider Patientengruppen. Zu vermuten wäre somit, dass die häufigere Entnahme als Notwendigkeit durch auftretende Störungen der jeweiligen Prothesen zustande kommen könnte, wie Speisereste et cetera.

Die Patienten der Keramikgruppe hatten zudem im Allgemeinen einen deutlich höheren Anspruch bezüglich des Stellenwertes der zahnfarbenen Erscheinung ihrer Innenkronen. Den metallisch-versorgten Patienten dagegen erschien die Farbe nicht so wichtig. Letztere waren mit der Erscheinungsfarbe im Gesamten allerdings etwas zufriedener.

Der Fakt des „Demaskierungseffektes“ der metallischen Werkstoffe erscheint zwar objektiv korrekt, sollte allerdings nicht für die Wahl eines Materials entscheidend sein. Die in Studien beschriebene, psychische Belastung des Demaskierungseffektes bei metallisch-versorgten Patienten (Biffar et al. 1999) kann mit dieser Arbeit nicht belegt werden. Viele Patienten beider Gruppen störte eher der Anblick der geringen Bezahnung ohne Prothese sowie der, der zahnunförmigen „Stümpfe“, die im Mund verbleiben. Auch die Literatur zeigt, dass die in den meisten Fällen sehr „zahnecht“ wirkende Erscheinung der Teleskopprothesen unter Nicht-Berücksichtigung des Materials der Innenkronen bereits die ästhetischen Ansprüche der meisten Patienten befriedigt (Yee et al. 2020). Viele keramisch-versorgten Patienten schätzten dagegen zusätzlich die Zahnfarbigkeit ihrer Primärteleskope unter Betrachtung der gewissen Zahnähnlichkeit für den eigenen Anblick. Dieser Fakt punktet auch in manchen Studien für die keramischen Versorgungen (Schwindling et al. 2017). Die Patienten mit metallisch-telestorierten Zähnen hingegen erwähnten teilweise, sich bei der Planungsberatung ihres Zahnersatzes bewusst für den „schönen goldenen“ oder „silbernen“ und „glänzenden“ Anblick des Metalls entschieden zu haben.

Es ist wichtig, auch weiterhin die ästhetischen Auffassungen der Patienten zu berücksichtigen. Allerdings sollte man über die möglichen Vor- und Nachteile, der für die Nutzung prädisponierten Materialien aufklären und auch Komplikationen, die auftreten könnten, jedem Patienten für seine individuelle Gebiss-Situation darlegen.

5.2 Limitationen der Studie

Bei den Limitationen der vorliegenden Arbeit soll nun auf das Alter des Zahnersatzes der beiden Materialgruppen in situ eingegangen werden.

Bei den durchschnittlich 69,2 Jahre alten Patienten der Metall-Gruppe befand sich der Zahnersatz im Mittel 3,59 Jahre, bei den rund 72,9-jährigen keramisch-versorgten Patienten 8,82 Jahre in situ. Anhand der begrenzten Patientenzahl in der Klinik für Prothetik und Werkstoffkunde des Universitätsklinikums des Saarlandes mit einer Teleskopprothesen-Versorgung konnte eine ausgeglichene Verweildauer nicht berücksichtigt werden. Es mag daher zunächst ins Auge fallen, dass die Keramikronen im Durchschnitt circa fünf Jahre älter sind als die metallischen Primärteile. Allerdings wird die Gegebenheit, dass dentaler Zahnersatz, der länger in situ verweilt, schlechtere Erfolgswerte aufweise, von aussagekräftigen und umfangreichen Langzeitstudien widerlegt. Die Studien belegen dabei, dass bei metallischen Kronen selbst nach mehreren Jahrzehnten ein einwandfreier Verbleib und eine zufriedenstellende Funktion nachweisbar sind (Donovan et al. 2004). Laut zahlreicher Studien zeigten vollkeramische Versorgungen dabei häufig geringere Überlebensraten als metallische (Pjetursson et al. 2015, Sailer et al. 2007). Somit können die Ergebnisse beider Materialvarianten in dieser Untersuchung weitgehend unkritisch und unabhängig vom Durchschnittsalter des Zahnersatzes miteinander verglichen werden.

5.3 Schlussfolgerung

Die vorliegende Nachuntersuchung zeigt, dass die Materialwahl bei der Herstellung für Primärkronen in Teleskopprothesen sowohl biologische als auch technisch-funktionelle Auswirkungen aufweist. Der Demaskierungseffekt, wie er bei metallischen Versorgungungen angenommen wird, erscheint dabei von geringer Bedeutung, wenngleich die zahnfarbene Erscheinung des keramischen Werkstoffes als positiv wahrgenommen wird. Die bei den Keramik-Primärkronen signifikant häufiger auftretenden Komplikationen sollten bei der Materialwahl für jeden Patienten individuell berücksichtigt und gegenüber den ästhetischen Werten der Zirkoniumdioxidkeramik abgewogen werden. Die langjährig bewährten Metall-Legierungen haben weiterhin ihre Berechtigung.

6 Literaturverzeichnis

1. Ainamo J, Bay I (1975) Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. *Int Dent J* 25:229-235
2. Ainamo J, Bay I (1976) Periodontal indexes for and in practice. *Tandlaegebladet* 80:149-152
3. Andresen M, Mackie I, Worthington H (2003) The Periotest in traumatology. Part I. Does it have the properties necessary for use as a clinical device and can the measurements be interpreted? *Dent Traumatol* 19:214-217
4. Armitage GC (1996) Periodontal diseases: diagnosis. *Ann Periodontol* 1:37-215
5. Astasov-Frauenhoffer M, Glauser S, Fischer J, Schmidli F, Waltimo T, Rohr N (2018) Biofilm formation on restorative materials and resin composite cements. *Dent Mater* 34:1702-1709
6. Baldassarri M, Hjerpe J, Romeo D, Fickl S, Thompson VP, Stappert CFJ (2012) Marginal accuracy of three implant-ceramic abutment configurations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 27:537-543
7. Balevi B (2019) Cold pulp testing is the simplest and most accurate of all dental pulp sensibility tests. *Evid Based Dent* 20:22-23
8. Bergler M, Holst S, Blatz MB, Eitner S, Wichmann M (2008) CAD/CAM and telescopic technology: design options for implant-supported overdentures. *Eur J Esthet Dent* 3:66-88
9. Bhagat TV, Walke AN (2015) Telescopic Partial Dentures-Concealed Technology. *J Int Oral Health* 7:143-147

10. Biffar R, Körber E (1999) Die prothetische Versorgung des Lückengebisses. Befunderhebung und Planung. 4. Aufl. Deutscher Zahnärzterverlag, Köln München
11. Borelli B, Sorrentino R, Goracci C, Amato M, Zarone F, Ferrari M (2015) Evaluating residual dentin thickness following various mandibular anterior tooth preparations for zirconia full-coverage single crowns: an in vitro analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent* 35:41-47
12. Böttger H (1969) Langjährige Erfahrungen mit dem Teleskopsystem und der heutige Stand der Teleskoptechnik. *Österr Z Stomatol* 66:162-167
13. Böttger H, Gründler H (1978) Die Praxis des Teleskopsystems: Teleskopkronen - Stege - Geschiebe - Gelenke - Riegel. Das zahnärztliche und zahntechnische Vorgehen. 2. Aufl. Neuer Merkur, München
14. Brandt S, Winter A, Weigl P, Brandt J, Romanos G, Lauer HC (2019) Conical zirconia telescoping into electroformed gold: A retrospective study of prostheses supported by teeth and/or implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 21:317-323
15. Bremer F, Grade S, Kohorst P, Stiesch M (2011) In vivo biofilm formation on different dental ceramics. *Quintessence Int* 42:565-574
16. Brignardello-Petersen R (2017) No statistical differences in survival and complications when comparing zirconia with cobalt-chromium electroplated telescopic removable dental prostheses. *J Am Dent Assoc* 148:77
17. Carvalho TS, Lussi A (2017) Age-related morphological, histological and functional changes in teeth. *J Oral Rehabil* 44:291-298
18. Chapple IL, Mealey BL, Van Dyke TE, Bartold PM, Dommisch H, Eickholz P, Geisinger ML, Genco RJ, Glogauer M, Goldstein M, Griffin TJ, Holmstrup P, Johnson GK, Kapila Y, Lang NP, Meyle J, Murakami S, Plemons J, Romito GA, Shapira L, Tatakis DN, Teughels W, Trombelli L, Walter C, Wimmer

- G, Xenoudi P, Yoshie H (2018) Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol* 45(Suppl a20):68-77
19. Chaves ES, Wood RC, Jones AA, Newbold DA, Manwell MA, Kornman KS (1993) Relationship of "bleeding on probing" and "gingival index bleeding" as clinical parameters of gingival inflammation. *J Clin Periodontol* 20:139-143
20. Dąbrowa T, Dobrowolska A, Wieleba W (2013) The role of friction in the mechanism of retaining the partial removable dentures with double crown system. *Acta Bioeng Biomech* 15:43-48
21. Davis GR, Tayeb RA, Seymour KG, Cherukara GP (2012) Quantification of residual dentine thickness following crown preparation. *J Dent* 40:571-576
22. Desch A, von Maltzahn NF, Stumpp N, Dalton M, Yang I, Stiesch M (2020) Biofilm formation on zirconia and titanium over time-An in vivo model study. *Clin Oral Implants Res* 31:865-880
23. Diedrichs G, Rosenhain P (1991) Galvano-Außenteleskope in der direkten Technik. *Quintessenz* 42:49-55
24. Diedrichs G, Rosenhain P (1995) Galvanoforming: Bio-Ästhetik in der restaurativen Zahnheilkunde. 1. Aufl. Neuer Merkur, München
25. Donovan T, Simonsen RJ, Guertin G, Tucker RV (2004) Retrospective clinical evaluation of 1,314 cast gold restorations in service from 1 to 52 years. *J Esthet Restor Dent* 16:194-204
26. Eickholz P (2010) Parodontologische Diagnostik, Teil 5: PSI und Sondierungsparemeter. *Parodontologie* 21:177-187

27. Eisenburger M, Gray G, Tschernischek H (2000) Long-term results of telescopic crown retained dentures - a retrospective study. *Euro J Prosthodont Restor Dent* 8:87-91
28. Eitner S, Schlegel A, Emeka N, Holst S, Will J, Hamel J (2008) Comparing bar and double-crown attachments in implant-retained prosthetic reconstruction: a follow-up investigation. *Clin Oral Implants Res* 19:530-537
29. Esders WG (2006) *Rationelle Arbeitsabläufe in der Zahnarztpraxis*. 1. Aufl. Thieme, Stuttgart New York Delhi Rio, S 28
30. Feng J, Aboyoussef H, Weiner S, Singh S, Jandinski J (2006) The effect of gingival retraction procedures on periodontal indices and crevicular fluid cytokine levels: a pilot study. *J Prosthodont* 15:108-112
31. Freesmeyer WB (1995) *Klinische Prothetik: Band 1: Festsitzender und implantatgetragener Zahnersatz*. 1. Aufl. Karl F. Haug, Heidelberg, S 169-170
32. Fukumoto Y, Horibe M, Inagaki Y, Oishi K, Tamaki N, Ito HO, Nagata T (2014) Association of gingival recession and other factors with the presence of dentin hypersensitivity. *Odontology* 102:42-49
33. Gernet W, Adam P, Reither W (1983) Nachuntersuchungen von Teilprothesen mit Konuskronen nach K.-H. Körber. *Dtsch Zahnärztl Z* 38:998-1001
34. Gernet W, Biffar R, Schwenzer N, Ehrenfeld M (2011) *Zahnärztliche Prothetik*. 4. Aufl. Thieme, Stuttgart New York Delhi Rio
35. Giollo MD, Valle PM, Gomes SC, Rösing CK (2007) A retrospective clinical, radiographic and microbiological study of periodontal conditions of teeth with and without crowns. *Braz Oral Res* 21:348-354

36. Go H, Park H, Lee J, Seo H, Lee S (2019) Effect of various polishing burs on surface roughness and bacterial adhesion in pediatric zirconia crowns. *Dent Mater J* 38:311-316
37. Goldacre MJ (2009) Demography of aging and the epidemiology of gastrointestinal disorders in the elderly. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 23:793-804
38. Goodacre CJ, Campagni WV, Aquillino SA (2001) Tooth preparation for complete crowns: An art form based on scientific principles. *J Prosthet Dent* 85:363-376
39. Griess M, Reilmann B, Chanavaz M (1998) Telescopic retained overdentures in mentally handicapped and schizophrenic patients - a retrospective study. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 6:91-95
40. Griess M, Reilmann B, Chanavaz M (1998) The multi-modal prosthetic treatment of mentally handicapped patients - necessity and challenge. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 6:115-120
41. Haller B, Bischof H (1993) *Metallfreie Restaurationen aus Presskeramik: Ein Leitfaden für Praxis und Labor*. 1. Aufl. Quintessenz, Berlin Chicago London Moskau, S 84-85
42. Häupl K, Reichborn-Kjennerud J (1929) *Moderne zahnärztliche Kronen und Brückenarbeit*. 1. Aufl. Hermann Meusser, Berlin
43. Häupl K (1959) Das Teleskop im Dienste der Behandlung der Zahnlockerung. *Öster Z Stomatol* 9:56-73
44. Heckmann SM, Heckmann JG, Weber HP (2000) Clinical outcomes of three Parkinson's disease patients treated with mandibular implant overdentures. *Clin Oral Implants Res* 11:566-571
45. Heckmann SM, Schrott A, Graef F, Wichmann MG, Weber HP (2004) Mandibular two-implant telescopic overdentures. *Clin Oral Implants Res* 15:560-569

46. Hellwig E, Klimek J, Attin T (2009) Einführung in die Zahnerhaltung. 5. Aufl. Deutscher Ärzteverlag, Köln
47. Hofmann M (1966) Die Versorgung von Gebissen mit einzelstehenden Restzähnen mittels Cover-Denture-Prothese. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 21:478-482
48. Hofmann M (1990) Die prothetische Versorgung des wenig bezahnten und des zahnlosen Patienten - eine Standortbestimmung. Dtsch Zahnärztl Z 45:525-537
49. Holm C, Morisbak E, Kalfoss T, Dahl JE (2015) In vitro element release and biological aspects of base-metal alloys for metal-ceramic applications. Acta Biomater Odontol Scand 1:70-75
50. Hosseini M, Worsaae N, Schiodt M, Gotfredsen K (2011) A 1 year randomised controlled trial comparing zirconia versus metal-ceramic implant supported single-tooth restorations. Eur J Oral Implantol 4:347-361
51. Hosseini M, Worsaae N, Schiødt M, Gotfredsen K (2013) A 3-year prospective study of implant-supported, single-tooth restorations of all-ceramic and metal-ceramic materials in patients with tooth agenesis. Clin Oral Implants Res 24:1078-1087
52. Hu YD, Wu XM, Yu HY, Ma TY (2010) Comparison of the influences of gold alloy metal crown and ni-cr alloy metal crown on gingival health. Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao 32:269-271
53. Iezzi I, Pagella P, Belmonte MM, Mitsiadis TA (2019) The effects of ageing on dental pulp stem cells, the tooth longevity elixir. Eur Cell Mater 37:175-185
54. Jahnke PV, Sandifer JB, Gher ME, Gray JL, Richardson AC (1993) Thick free gingival and connective tissue autografts for root coverage. J Periodontol 64:315-322

55. Jordan AR, Micheelis W (2016) Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln
56. Joss A, Adler R, Lang NP (1994) Bleeding on probing. A parameter for monitoring periodontal conditions in clinical practice. J Clin Periodontol 21:402-408
57. Jüde HD, Kühl W, Roßbach A (1997) Einführung in die Zahnärztliche Prothetik. 5. völlig neu bearbeitete Auflage. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, S 44-48, S 73-75
58. Karlsson S (1986) A clinical evaluation of fixed bridges, 10 years following insertion. J Oral Rehabil 13:423-432
59. Karlsson S (1989) Failures and length of service in fixed prosthodontics after long-term function. A longitudinal clinical study. Swed Dent J 13:185-192
60. Kerschbaum T, Voß R (1981) Die praktische Bewährung von Krone und Inlay. Dtsch Zahnärztl Z 36:243-249
61. Kerschbaum T, Leempoel PJB (1989) Kronen und Brücken - Konsequenzen aus Langzeitergebnissen. In: Vofl R, Meiners H (eds) Fortschritte in der Zahnärztlichen Prothetik und Werkstoffkunde: Band 4. 1. Aufl. Hanser, München Wien, S 124-125
62. Ketterl W (1983) Age-induced changes in the teeth and their attachment apparatus. Int Dent J 33:262-271
63. Kimmel K (1997) Kavitäten- und Kronenpräparation mit rotierenden und oszillierenden Instrumenten. 1. Aufl. Dental Echo, Heidelberg Koblenz, S 34-35
64. Klotz AL, Hassel AJ, Schröder J, Rammelsberg P, Zenthöfer A (2017) Oral health-related quality of life and prosthetic status of nursing home residents with or without dementia. Clin Interv Aging 12:659-665

65. Koçkapan C (2003) Curriculum Endodontie. 1. Aufl. Quintessenz, Berlin
66. Koeck B (1999) Kronen- und Brückenprothetik. 4. Aufl. Urban & Fischer, München Stuttgart, S 270-278
67. Koller B, Att W, Strub JR (2011) Survival rates of teeth, implants, and double crown-retained removable dental prostheses: a systematic literature review. Int J Prosthodont 24:109-117
68. Körber K (1987) Zahnärztliche Prothetik. 3. Aufl. Thieme, Stuttgart New York
69. Kršek H, Dulčić N (2015) Functional Impressions in Complete Denture and Overdenture Treatment. Acta Stomatol Croat 49:45-53
70. Lamster IB (2016) Geriatric periodontology: how the need to care for the aging population can influence the future of the dental profession. Periodontol 2000 72:7-12
71. Lang NP, Adler R, Joss A, Nyman S (1990) Absence of bleeding on probing - an indicator of periodontal stability. J Clin Periodontol 17:714-721
72. Lang NP, Joss A, Tonetti MS (1996) Monitoring disease during supportive periodontal treatment by bleeding on probing. Periodontol 2000 12:44-48
73. Lang NP, Tonetti MS (2003) Periodontal risk assessment (PRA) for patients in supportive periodontal therapy (SPT). Oral Health Prev Dent 1:7-16
74. Lange KP (2001) Arbeitsanleitung und Bewertungskriterien, Kurs Phantom II. 1. Aufl. Humboldt-Universität, Berlin, S 1-14
75. Langer A (1981) Telescope retainers for removable partial dentures. J Prosthet Dent 45:37

76. Langer Y, Langer A (2000) Tooth-supported telescopic prostheses in compromised dentitions: a clinical report. *J Prosthet Dent* 84:129-132
77. Lau VM (1976) The reinforcement of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am* 20:313-328
78. Lauer H (2003) Vollkeramische Restaurationen in der Hand des Generalisten. *Zahnärztl Mitt* 9:40-45
79. Lee BC, Jung GY, Kim DJ, Han JS (2011) Initial bacterial adhesion on resin, titanium and zirconia in vitro. *J Adv Prosthodont* 3:81-84
80. Lee H, Chae YK, Lee HS, Choi SC, Nam OH (2019) Three-Dimensional Digitalized Surface and Volumetric Analysis of Posterior Prefabricated Zirconia Crowns for Children. *J Clin Pediatr Dent* 43:231-238
81. Litonjua LA, Andreana S, Bush PJ, Cohen RE (2003) Toothbrushing and gingival recession. *Int Dent J* 53:67-72
82. Lucas TJ, Lawson NC, Janowski GM, Burgess JO (2015) Phase transformation of dental zirconia following artificial aging. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 103:1519-1523
83. Ludwig P, Niedermeier W (2002) *Prothetik*. 1. Aufl. Thieme, Stuttgart
84. Luft V, Pospiech P, Schurig A, Schmitter M (2021) In vitro investigations on retention force behavior of conventional and modern double crown systems. *Dent Mater* 37:191-200
85. Martins FV, Mattos CT, Cordeiro WJB, Fonseca EM (2019) Evaluation of zirconia surface roughness after aluminum oxide airborne-particle abrasion and the erbium-YAG, neodymium-doped YAG, or CO₂ lasers: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 121:895-903

86. Miller SC (ed) (1943) Textbook of periodontia (oral medicine). 2nd ed. Blackiston, Philadelphia
87. Miller SO, Johnson JD, Allemang JD, Strother JM (2004) Cold testing through full-coverage restorations. J Endod 30:695-700
88. Miranda ME, Olivieri KA, Rigolin FJ, Basting RT (2013) Ceramic fragments and metal-free full crowns: a conservative esthetic option for closing diastemas and rehabilitating smiles. Oper Dent 38:567-571
89. Murray PE, About I, Lumley PJ, Smith G, Franquin JC, Smith AJ (2000) Postoperative pulpal and repair responses. J Am Dent Assoc 131:321-329
90. Niedermeier W, Rießner EM (1994) Beweglichkeit von Prothesenpfeilern unter dem Einfluss verschiedenartiger Konstruktionselemente. Dtsch Zahnärztl Z 49:25-29
91. Oh WS, Oh JY, May K (2021) Loss of nonvital abutment teeth for removable partial dentures: a systematic review and meta-analysis. Quintessence Int 52:210-219
92. O'Leary TJ, Drake RB, Naylor JE (1972) The plaque control record. J Periodontol 43:38
93. Ortorp A, Kihl ML, Carlsson GE (2012) A 5-yearretrospective study of survival of zirconia single crowns fitted in a private clinical setting. J Dent 40:527-530
94. Papapanou PN, Sanz M, Buduneli N, Dietrich T, Feres M, Fine DH, Flemmig TF, Garcia R, Giannobile WV, Graziani F, Greenwell H, Herrera D, Kao RT, Kerschull M, Kinane DF, Kirkwood KL, Kocher T, Kornman KS, Kumar PS, Loos BG, Machtei E, Meng H, Mombelli A, Needleman I, Offenbacher S, Seymour GJ, Teles R, Tonetti MS (2018) Periodontitis: Consensus report of Workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal

- and Peri-Implant Diseases and Conditions. J Clin Periodontol 45(Suppl 20):162-170
95. Parker MH, Gunderson RB, Gardner FM, Calverley MJ (1988) Quantitative determination of taper adequate to provide resistance form: Concept of limiting taper. J Prosthet Dent 59:281-288
96. Pjetursson BE, Sailer I, Makarov NA, Zwahlen M, Thoma DS (2015) All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs. Dent Mater 31:624-639
97. Plotnick IJ, Beresin VE, Simkins AB (1975) The effects of variations in the opposing dentition on changes in the partially edentulous mandible. Part I. Bone changes observed in serial radiographs. J Prosthet Dent 33:278-286
98. Polansky R, Arnetzl G, Haas M, Keil C, Wimmer G, Lorenzoni M (2000) Residual dentin thickness after 1.2-mm shoulder preparation for Cerec crowns. Int J Comput Dent 3:243-258
99. Pospiech P (2002) Das prophylaxeorientierte Versorgungskonzept mit Teilprothesen. 1. Aufl. Thieme, Stuttgart New York Delhi Rio
100. Raab WH (1991) Acute and chronic toothache. Dtsch Zahnärztl Z 46:101-108
101. Raffaini FC, Freitas AR, Silva TSO, Cavagioni T, Oliveira JF, Albuquerque Junior RF, Pedrazzi V, Ribeiro RF, do Nascimento C (2018) Genome analysis and clinical implications of the bacterial communities in early biofilm formation on dental implants restored with titanium or zirconia abutments. Biofouling 34:173-182
102. Rateitschak KH, Rateitschak EM, Wolf HF (1984) Farbatlant der Zahnmedizin 1: Parodontologie. 1. Aufl. Thieme, Stuttgart

103. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH (1989) Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 15:512-516
104. Reitemeier B, Hänsel K, Walter MH, Kastner C, Toutenburg H (2002) Effect of posterior crown margin placement on gingival health. *J Prosthet Dent* 87:167-172
105. Reppel PD, Sauer G (1984) Bewährung von kombiniert festeingliederbar - herausnehmbarem Zahnersatz – Ergebnisse einer Nachuntersuchung. *ZWR* 93:112-119
106. Rigolin MSM, Barbugli PA, Jorge JH, Reis MRD, Adabo GL, Casemiro LA, Martins CHG, de Lima OJ, Mollo Junior FA (2019) Effect of the aging of titanium and zirconia abutment surfaces on the viability, adhesion, and proliferation of cells and the adhesion of microorganisms. *J Prosthet Dent* 122:564
107. Rimondini L, Cerroni L, Carrassi A, Torricelli P (2002) Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: an in vitro and in vivo study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 17:793-798
108. Rinke S (2004) *Klinischer Leitfaden für die Veneerherstellung*. DeguDent, Hanau Klein-Auheim
109. Rinke S, Gersdorff N, Lange K, Roediger M (2013) Prospective evaluation of zirconia posterior fixed partial dentures: 7-year clinical results. *Int J Prosthodont* 26:164-171
110. Rinke S, Buergers R, Ziebolz D, Roediger M (2015) Clinical outcome of double crown-retained implant overdentures with zirconia primary crowns. *J Adv Prosthodont* 7:329-337
111. Rinke S, Lange K, Roediger M, Gersdorff N (2015) Risk factors for technical and biological complications with zirconia single crowns. *Clin Oral Investig* 19:1999-2006

112. Romanos GE, Papadimitriou DEV, Hoyo MJ, Caton JG (2014) Loss of pulp vitality after maxillary sinus augmentation: a surgical and endodontic approach. *J Periodontol* 85:43-49
113. Ryan ME (2005) Clinical attachment level change as an outcome measure for therapies that slow the progression of periodontal disease. *J Int Acad Periodontol* 7(Suppl 4):162-174
114. Sailer I, Pjetursson BE, Zwahlen M, Hämmerle CHF (2007) A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: Fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 3(Suppl 18):86-96
115. Sailer I, Zembic A, Jung RE, Hämmerle CHF, Mattiola A (2007) Single-tooth implant reconstructions: esthetic factors influencing the decision between titanium and zirconia abutments in anterior regions. *Eur J Esthet Dent* 2:296-310
116. Sailer I, Balmer M, Hüsler J, Hämmerle CHF, Känel S, Thoma DS (2018) 10-year randomized trial (RCT) of zirconia-ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses. *J Dent* 76:32-39
117. Sailer I, Strasing M, Valente NA, Zwahlen M, Liu S, Pjetursson BE (2018) A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic multiple-unit fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 29(Suppl 16):184-198
118. Saito M, Miura Y, Notani K, Kawasaki T (2003) Stress distribution of abutments and base displacement with precision attachment- and telescopic crown-retained removable partial dentures. *J Oral Rehabil* 30:482-487
119. Salido MP, Martinez-Rus F, del Rio F, Pradies G, Ozcan M, Suarez MJ (2012) Prospective clinical study of zirconia-based posterior four-unit fixed dental prostheses: four-year follow-up. *Int J Prosthodont* 25:403-409

120. Sarfati A, Bourgeois D, Katsahian S, Mora F, Bouchard P (2010) Risk assessment for buccal gingival recession defects in an adult population. *J Periodontol* 81:1419-1425
121. Scarano A, Piattelli M, Caputi S, Favero GA, Piattelli A (2004) Bacterial adhesion on commercially pure titanium and zirconium oxide disks: an in vivo human study. *J Periodontol* 75:292-296
122. Schneider S, Heckmann S (2019) Zirkonteskoskope bei abnehmbarem Zahnersatz - Eine Zwischenbilanz. *ZWR* 128:1-9
123. Schulte W, d'Hoedt B, Lukas D, Mühlbrandt L, Scholz F, Bretsch J, Frey D, Gudat H, König M, Markl M (1983) Periotest - neues Messverfahren der Funktion des Parodontiums. *Zahnärztl Mitt* 73:1229-1240
124. Schulte W (1989) Das Periotestverfahren. *Deutscher Zahnärztekalendar*, Hanser, München Wien, S 326
125. Schulte W, d'Hoedt B, Lukas D, Maunz M, Steppeler M (1992) Periotest for measuring periodontal characteristics - correlation with periodontal bone loss. *J Periodontal Res* 27:184-190
126. Schulte W, Lukas D (1992) The Periotest method. *Int Dent J* 42:433-440
127. Schwartz NL, Whitsett LD, Berry TG, Stewart JL (1970) Unserviceable crowns and fixed partial dentures: life-span and causes for loss of serviceability. *J Am Dent Assoc* 81:1395-1401
128. Schwindling FS, Lehmann F, Terebesi S, Corcodel N, Zenthöfer A, Rammelsberg P, Stober T (2017) Electroplated telescopic retainers with zirconia primary crowns: 3-year results from a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 21:2653-2660

129. Sedgley CM, Messer HH (1992) Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod* 18:332-335
130. Shankargouda SB, Sidhu P, Kardalkar S, Desai PM (2017) A Simple Technique for Accurate Transfer of Secondary Copings in a Tooth-Supported Telescopic Prosthesis. *J Prosthodont* 26:168-171
131. Smith CT, Schuman N (1997) Restoration of endodontically treated teeth: a guide for the restorative dentist. *Quintessence Int* 28:457-462
132. Souza JCM, Mota RRC, Sordi MB, Passoni BB, Benfatti CAM, Magini RS (2016) Biofilm Formation on Different Materials Used in Oral Rehabilitation. *Braz Dent J* 27:141-147
133. Stark H, Schrenker H (1998) Bewährung teleskopverankerter Prothesen - eine klinische Langzeitstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 3:183-186
134. Stein JM (2010) *Moderne Parodontologie in der Praxis: Band 1: Grundlagen, Klassifikation und Diagnostik*. 1. Aufl. Spitta, Balingen
135. Strub JR, Kern M, Türp JC, Witkowski S, Heydecke G, Wolfart S (2011) *Curriculum Prothetik Band II: Artikulatoren, Ästhetik, Werkstoffkunde, Festsitzende Prothetik*. 4. Aufl. Quintessenz, Berlin
136. Tanner J, Niemi H, Ojala E, Tolvanen M, Närhi T, Hjerppe J (2018) Zirconia single crowns and multiple-unit FDPs-An up to 8 -year retrospective clinical study. *J Dent* 79:96-101
137. Tao X, Yao JW, Wang HL, Huang C (2018) Comparison of Gingival Troughing by Laser and Retraction Cord. *Int J Periodontics Restorative Dent* 38:527-532
138. Tay FR, Nesser H, Schwartz R (eds) (2012) Caries, restorative dentistry and the pulp. In: Hargreaves KM, Goodis HE, Tay FR (eds) *Seltzer & Bender`s Dental Pulp*. 2nd ed. Quintessence Pub, Chicago, pp 323-348

139. Teixeira DNR, Zeola LF, Machado AC, Gomes RR, Souza PG, Mendes DC, Soares PV (2018) Relationship between noncarious cervical lesions, cervical dentin hypersensitivity, gingival recession, and associated risk factors: A cross-sectional study. *J Dent* 76:93-97
140. Trier AC, Parker MH, Cameron SM, Brousseau JS (1998) Evaluation of resistance form of dislodged crowns and retainers. *J Prosthet Dent* 1998 80:405-409
141. Tugnait A, Clerehugh V (2001) Gingival recession - its significance and management. *J Dent* 29:381-394
142. Valderhaug J (1991) A 15-year clinical evaluation of fixed prosthodontics. *Acta Odontol Scand* 49:35-40
143. Valderhaug J, Jokstad A, Ambjørnsen E, Norheim PW (1997) Assessment of the periapical and clinical status of crowned teeth over 25 years. *J Dent* 25:97-105
144. Van de Kaa DJ (1987) Europe's second demographic transition. *Popul Bull* 42:1-59
145. Van den Wijngaarden E, van Pelt AW, Meisberger EW, Tams J, Cune MS (2016) Effectivity and durability of telescopic dentures on abutment teeth. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 123:133-136
146. Walther W, Heners M (1989) Die Prognose von Pfeilerzähnen mit reduziertem Parodont bei herausnehmbarem Zahnersatz - eine Langzeitstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 44:797-800
147. Walton JN, Gardner FM, Agar JR (1986) A survey of crown and fixed partial denture failures: Length of service and reasons for replacement. *J Prosthet Dent* 56:416-421

148. Weigl P, Hauptmann J, Lauer H-Ch (1996) Vorteile und Wirkungsweise eines biokompatiblen neuen Halteelements: vollkeramische Primärkrone, kombiniert mit metallischer Sekundärkrone. *Quintessenz Zahntech* 22:507-525
149. Weigl P, Schlegel KA, Fichtner G, Cacaci C, Demal FG, Lauer H-Ch, Hermann I (1996) A New Abutment and Prosthetic Procedure for Telescopic Denture Supported by Brånemark Implants. *Proceedings 2nd World Congress of Osseointegration, Rom*, pp 285-290
150. Weigl P, Hahn L, Lauer HC (2000) Advanced biomaterials used for a new telescopic retainer for removable dentures. *J Biomed Mater Res* 53:320-336
151. Weigl P, Lauer HC (2000) Advanced biomaterials used for a new telescopic retainer for removable dentures. *J Biomed Mater Res* 53:337-347
152. Weigl P, Sander A, Wu Y, Felber R, Lauer HC, Rosentritt M (2018). In-vitro performance and fracture strength of thin monolithic zirconia crowns. *J Adv Prosthodont* 10:79-84
153. Weischer T, Schettler D, Mohr C (1997) Implant-supported telescopic restorations in maxillofacial prosthetics. *Int J Prosthodont* 10:287-292
154. Weischer T, Mohr C (2001) Implant-supported mandibular telescopic prostheses in oral cancer patients: an up to 9-year retrospective study. *Int J Prosthodont* 14:329-334
155. Wenz HJ, Lehmann KM (1998) A telescopic crown concept for the restoration of the partially edentulous arch: the Marburg double crown system. *Int J Prosthodont* 11:541-550
156. Widbom T, Löfquist L, Widbom C, Söderfeldt B, Kronström M (2004) Tooth-supported telescopic crown-retained dentures: an up to 9-year retrospective clinical follow-up study. *Int J Prosthodont* 17:29-34

157. Wiedhahn K, Fritzsche G, Wiedhahn C, Schenk O (2016) Zirconia crowns - the new standard for single-visit dentistry? *Int J Comput Dent* 19:9-26
158. Wilson NHF, Blum IR (2019) Performance of zirconia implants. *Evid Based Dent* 20:92-93
159. Wolf HF, Rateitschak KH, Rateitschak EM (2012) *Farbatlanten der Zahnmedizin 1: Parodontologie*. 3. Aufl. Thieme, Stuttgart New York Delhi Rio
160. Wöstmann B, Balkenhol M, Kothe A, Ferger P (2008) Dental impact on daily living of telescopic crown-retained partial dentures. *Int J Prosthodont* 21:419-421
161. Yee A, Ling GC (2020) Aesthetic and Occlusal Rehabilitation Using a Telescopic Denture. *Cureus* 12:7402
162. Zeljković M, Ljusković B, Miljković Z (1999) Effect of the conus telescope system on the periodontal status of abutment teeth in Kennedy class I partial edentulousness. *Vojnosanit Pregl* 56:383-387
163. Zeller B, Stöckli S, Zaugg LK, Astasov-Frauenhoffer M, Hauser-Gerspach I, Waltime T, Zitzmann NU (2020) Biofilm formation on metal alloys, zirconia and polyetherketoneketone as implant materials in vivo. *Clin Oral Implants Res* 31:1078-1086

7 Publikation / Danksagung

7.1 Posterpräsentationen

Hohenschurz J, Nothdurft F, Heckmann SM, Wagenpfeil G, Karl M:

Zum Auftreten von endodontischen Maßnahmen nach der Versorgung mit Teleskopkronen – eine klinische Studie

69. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V., Hamburg, 5. bis 6. Juni 2020

Hohenschurz J, Schneider S, Wagenpfeil G, Heckmann S:

Biologische Parameter bei Teleskopkronen aus Metall-Legierungen und Zirkoniumdioxidkeramik

Poster-Abstract-Anmeldung für die 69. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V., Dresden, 11. bis 12. Juni 2021

7.2 Publikation

Arbeitstitel der geplanten Veröffentlichung in einem englischsprachigen Journal:

Biological, technical and esthetic criteria of telescopic crowns made of metal alloys and zirconia ceramics

7.3 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen Dank an Herrn Professor Dr. Matthias Karl, Direktor der Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, für die Ermöglichung der Durchführung dieser Arbeit in seiner Klinik aussprechen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Dr. Siegfried Heckmann für die hervorragende Betreuung meiner Dissertation und für die wertvolle Unterstützung während der gesamten Zeit.

Ich möchte mich auch herzlich bei allen Mitarbeitern der Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde bedanken, die mich bei der Durchführung der Untersuchungen unterstützt haben, sowie an alle Patienten, die an der Studie teilgenommen haben. Ebenso richtet sich mein Dank an das Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik für die ausgezeichnete, statistische Beratung.

Von ganzem Herzen danke ich meinen liebevollen Eltern Birgit und Alexander und meinem wundervollen Freund Benjamin für die immerwährende Unterstützung und Geduld.

8 Lebenslauf

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronischen Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht.

9 Anhang

Alle intraoralen Fotos entstanden während der Untersuchungen in der Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde des Universitätsklinikums Homburg/Saar.

9.1 Abkürzungsverzeichnis

BOP	Bleeding on Probing
C	ceramics
CAL	Klinisches Attachment-Level
GBI	Gingival Bleeding Index
K	Keramik
M	Metall / metal
max.	Maximum
min.	Minimum
n_i	Anzahl
PCR	Plaque Control Record
SD	Standardabweichung
ST	Sondierungstiefe
\bar{x}	Arithmetischer Mittelwert
x_{Med}	Medianwert

9.2 Auswertungstabellen

A) P-Werte aller Untersuchungsparameter zwischen Metall- und Keramik-Primärkronen

Biologische Parameter	Vitalität	P = 0,007
	Perkussionsempfindlichkeit	P = 0,759
	PCR	P = 0,904
	GBI	P = 0,127
	BOP	P = 0,030
	Sondierungstiefe	P = 0,098
	Rezession	P = 0,438
	Attachment-Level	P = 0,348
	Periotestwerte	
	- Molaren	P = 0,224
	- Prämolaren	P = 0,538
- Eckzähne	P = 0,856	
- Inzisiven	P = 0,006	
Komplikationen	Endodontische Behandlungen	
	- insgesamt	P < 0,001
	- vor	P = 0,051
	- nach	P < 0,001
	Pfeilerzahnfrakturen	P = 0,042
	Dezementierungen	P = 0,020
Technisch-funktionelle Parameter	Insuffiziente Kronenränder	P = 0,581
	Zufriedenheit Handhabung	P = 0,667
	Zufriedenheit Abnehmbarkeit	P = 0,376
Ästhetische Parameter	Zufriedenheit Kaufunktion	P = 0,178
	Häufigkeit Entnehmen in 24 h	P = 0,104
	Häufigkeit Sichtbarkeit in 7 d	P = 0,874
	Stellenwert Primärkronen-Farbe	P = 0,062
Zufriedenheit Primärkronen-Farbe	P = 0,839	

B) Auswertung - Vitalität und Perkussionsempfindlichkeit

Deskriptive Statistik			
<i>Biologische Parameter</i>	Gruppe		Statistik
Vitalität	Metall	Mittelwert	83,07%
		Median	100,00%
		Minimum	0%
		Maximum	100%
		Spannweite	100%
	Keramik	Mittelwert	40,95%
		Median	32,50%
		Minimum	0%
		Maximum	100%
		Spannweite	100%
Keine Reaktion auf Perkussion	Metall	Mittelwert	100,00%
		Median	100,00%
		Minimum	100%
		Maximum	100%
		Spannweite	0%
	Keramik	Mittelwert	98,21%
		Median	100,00%
		Minimum	75%
		Maximum	100%
		Spannweite	25%

C) Auswertung - PCR, GBI, BOP & Sondierungstiefe, Rezession, CAL

Deskriptive Statistik			
<i>Biologische Parameter</i>	Gruppe	Mittelwert	Standard- abweichung
PCR	Metall	43,520%	16,5015%
	Keramik	44,300%	18,4813%
GBI	Metall	35,391%	18,1647%
	Keramik	46,760%	21,4047%
BOP	Metall	32,303%	18,1673%
	Keramik	47,660%	18,5170%
Sondierungstiefe	Metall	2,1875	0,51235
	Keramik	2,5500	0,64540
Rezession	Metall	0,5063	0,33360
	Keramik	0,4000	0,40620
Attachment-Level	Metall	2,6938	0,71131
	Keramik	2,9500	0,75955

D) Auswertung - Periotestwerte der vier Zahngruppen

Deskriptive Statistik			
<i>Biologische Parameter</i>	Gruppe		Statistik
Periotestwerte Molaren	Metall	Mittelwert	9,111
		Median	7,000
		Minimum	-4,0
		Maximum	21,0
		Spannweite	25,0
	Keramik	Mittelwert	15,500
		Median	15,000
		Minimum	3,0
		Maximum	30,0
		Spannweite	27,0
Periotestwerte Prämolaren	Metall	Mittelwert	14,143
		Median	10,000
		Minimum	3,0
		Maximum	36,0
		Spannweite	33,0
	Keramik	Mittelwert	11,000
		Median	7,000
		Minimum	2,0
		Maximum	28,0
		Spannweite	26,0
Periotestwerte Eckzähne	Metall	Mittelwert	6,486
		Median	5,000
		Minimum	-3,0
		Maximum	35,0
		Spannweite	38,0
	Keramik	Mittelwert	7,737
		Median	4,000
		Minimum	-2,0
		Maximum	26,0
		Spannweite	28,0
Periotestwerte Inzisiven	Metall	Mittelwert	14,750
		Median	14,500
		Minimum	4,0
		Maximum	25,0
		Spannweite	21,0
	Keramik	Mittelwert	8,333
		Median	6,000
		Minimum	-1,0
		Maximum	28,0
		Spannweite	29,0

E) Auswertung - Endodontische Behandlungen

Deskriptive Statistik			
<i>Komplikationen 1</i>	Gruppe	Absolute Häufigkeit	Prozentuale Häufigkeit
Endo vor Protheseneingliederung	Metall	2	2,47%
	Keramik	8	10,52%
Endo nach Protheseneingliederung	Metall	2	2,47%
	Keramik	15	19,74%
Endo insgesamt	Metall	4	4,94%
	Keramik	23	30,26%

F) Auswertung - Zahnfrakturen, Dezementierungen, insuffiziente Kronenränder

Deskriptive Statistik			
<i>Komplikationen 2</i>	Gruppe	Absolute Häufigkeit	Prozentuale Häufigkeit
Zahnfrakturen	Metall	3	3,78%
	Keramik	10	13,16%
Dezementierungen	Metall	6	7,44%
	Keramik	16	21,05%
Insuffiziente Primärkronenränder	Metall	6	7,44%
	Keramik	8	10,53%

G) Auswertung - Technisch-funktionelle Parameter

Deskriptive Statistik			
<i>Technisch-funktionelle Parameter</i>	Gruppe		Statistik
Zufriedenheit mit der Handhabung	Metall	Mittelwert	8,57
		Median	9,00
		Minimum	5
		Maximum	10
		Spannweite	5
	Keramik	Mittelwert	8,36
		Median	9,00
		Minimum	5
		Maximum	10
		Spannweite	5
Zufriedenheit mit der Abnehmbarkeit	Metall	Mittelwert	8,57
		Median	9,00
		Minimum	4
		Maximum	10
		Spannweite	6
	Keramik	Mittelwert	8,00
		Median	8,50
		Minimum	5
		Maximum	10
		Spannweite	5
Zufriedenheit mit der Kaufunktion	Metall	Mittelwert	7,64
		Median	8,00
		Minimum	4
		Maximum	10
		Spannweite	6
	Keramik	Mittelwert	8,79
		Median	9,00
		Minimum	6
		Maximum	10
		Spannweite	4

H) Auswertung - Ästhetische Parameter

Deskriptive Statistik			
<i>Ästhetische Parameter</i>	Gruppe		Statistik
Herausnehmen innerhalb 24 h	Metall	Mittelwert	2,14
		Median	2,00
		Minimum	0
		Maximum	4
		Spannweite	4
	Keramik	Mittelwert	3,29
		Median	3,00
		Minimum	1
		Maximum	7
		Spannweite	6
Sichtbarkeit für Andere innerhalb 7 d	Metall	Mittelwert	1,64
		Median	0,00
		Minimum	0
		Maximum	9
		Spannweite	9
	Keramik	Mittelwert	1,50
		Median	0,00
		Minimum	0
		Maximum	7
		Spannweite	7
Stellenwert der Farbe der Primärkronen	Metall	Mittelwert	3,50
		Median	1,50
		Minimum	1
		Maximum	9
		Spannweite	8
	Keramik	Mittelwert	6,00
		Median	6,50
		Minimum	1
		Maximum	10
		Spannweite	9
Zufriedenheit mit Farbe der Primärkronen	Metall	Mittelwert	8,36
		Median	9,00
		Minimum	1
		Maximum	10
		Spannweite	9
	Keramik	Mittelwert	8,36
		Median	8,50
		Minimum	4
		Maximum	10
		Spannweite	6

9.3 Untersuchungsmaterial

A) Informationsschreiben

*Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde
Klinikdirektor: Prof. Dr. Matthias Karl
Kirrberger Straße 100
D-66421 Homburg/Saar*

Informationsschreiben für Patientinnen und Patienten

Titel der Studie: Biologische, technische und ästhetische Kriterien bei Teleskopkronen aus Metall-Legierungen und Zirkoniumdioxidkeramik – eine vergleichende Untersuchung

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

mit diesem Schreiben laden wir Sie ein, an der oben genannten Studie teilzunehmen. Bitte lesen Sie sich die folgenden Informationen sorgfältig durch. Sie können dann entscheiden, ob Sie teilnehmen möchten oder nicht. Lassen Sie sich ausreichend Zeit und stellen Sie den Studienmitarbeitern alle Fragen, die für Sie wichtig sind.

Welches Ziel verfolgt die Studie?

Doppelkronen, auch Teleskop-Kronen genannt, werden zur Stabilisierung der Zahnprothese verwendet, wenn nur noch eine begrenzte Zahl an Zähnen vorhanden ist. Ursprünglich wurden die Primärkronen, die auf den Ankerzähnen festzementiert werden, aus Metall-Legierungen hergestellt. Mittels neuer Technik ist es heute möglich, auch Zirkoniumdioxidkeramik für Primärkronen zu verwenden. Das Ziel der Studie ist es, Primärkronen aus Zirkoniumdioxidkeramik gegenüber Primärkronen aus Metall-Legierungen hinsichtlich biologischer, technischer und ästhetischer Parameter miteinander zu vergleichen. Dazu dient die Gegenüberstellung dieser Materialvarianten bei teleskop-verankertem Zahnersatz. Die Gewinnung der nötigen Daten soll anhand einer klinischen Untersuchung und einer anschließenden Patientenbefragung zur ästhetischen und technisch-funktionellen Zufriedenheit erfolgen.

Wie läuft die Studie ab?

Im Rahmen einer zahnärztlichen Routinekontrolle wird ihr teleskopgetragener Zahnersatz untersucht. Dabei wird der Zustand des Zahnersatzes, der Ankerkronen und der Mundschleimhaut sorgfältig überprüft. Diese Untersuchung dauert höchstens 30 Minuten. Anschließend werden Sie gebeten einen Fragebogen zur ästhetischen und technisch-funktionellen Zufriedenheit mit ihrem Zahnersatz auszufüllen. Dies nimmt ca. 5 Minuten Zeit in Anspruch.

Welche Risiken sind mit der Teilnahme verbunden?

Nach Prüfung durch die zuständige Ethik-Kommission wurden keine Bedenken gegen diese Studie geäußert. Es bestehen für Sie keine studienbedingten Risiken. Die Untersuchung Ihres Zahnersatzes während der Studie unterscheidet sich nicht von Untersuchungen im Rahmen zahnärztlicher Routinekontrollen, mit denen Sie vertraut sind. Die ärztliche Schweigepflicht und datenschutzrechtliche Bestimmungen werden eingehalten. Während der Studie werden medizinische Befunde und persönliche Informationen von Ihnen erhoben und in der Prüfstelle in Ihrer persönlichen Akte niedergeschrieben oder elektronisch gespeichert. Die für die Studie wichtigen Daten werden zusätzlich in pseudonymisierter¹ Form gespeichert, ausgewertet und veröffentlicht. Die Studienleitung wird alle angemessenen Schritte unternehmen, um den Schutz Ihrer Daten gemäß den Datenschutzstandards der Europäischen Union zu gewährleisten. Die Daten sind gegen unbefugten Zugriff gesichert und werden ausschließlich zu Zwecken dieser Studie verwendet.

Freiwilligkeit / Rücktritt

Die Teilnahme an der Studie erfolgt freiwillig. Falls Sie teilnehmen möchten, bitten wir Sie, die beiliegende Einwilligungserklärung zu unterschreiben. Sie können jederzeit und ohne Angabe von Gründen von der Teilnahme zurücktreten, ohne dass Ihnen dadurch Nachteile entstehen. Teilen Sie dies einfach dem Studienleiter Prof. Dr. Dr. Heckmann mit.

Entstehen mir durch die Teilnahme Kosten?

Die Studienteilnahme ist für Sie kostenlos.

Weitere Informationen

Für weitere Informationen sowie für Auskünfte über allgemeine Ergebnisse und den Ausgang der Studie stehen Ihnen als Leiter der Studie Herr Prof. Dr. Dr. Heckmann (Telefon: 06841/1621472, Email: Siegfried.Heckmann@uks.eu) und Frau Janina Hohenschurz (Telefon: 0157/83690837, Email: s8jahohe@stud.uni-saarland.de) zur Verfügung.

Für Ihre Teilnahme an dieser Studie bedanken wir uns.

¹„Pseudonymisierung“ ist die Verarbeitung personenbezogener Daten in einer Weise, dass die personenbezogenen Daten ohne Hinzuziehung zusätzlicher Informationen („Schlüssel“) nicht mehr einer spezifischen betroffenen Person zugeordnet werden können. Diese zusätzlichen Informationen werden dabei gesondert aufbewahrt und unterliegen technischen und organisatorischen Maßnahmen, die gewährleisten, dass die personenbezogenen Daten nicht einer identifizierten oder identifizierbaren natürlichen Person zugewiesen werden.

B) Einwilligungserklärung

*Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde
Klinikdirektor: Prof. Dr. Matthias Karl
Kirrberger Straße 100
D-66421 Homburg/Saar*

Einwilligungserklärung

Titel der Studie: Biologische, technische und ästhetische Kriterien bei Teleskopkronen aus Metall-Legierungen und Zirkoniumdioxidkeramik – eine vergleichende Untersuchung

Ich habe die Informationsschrift gelesen und wurde zudem mündlich durch Frau Janina Hohenschurz über das Ziel und den Ablauf der Studie sowie über die Risiken ausführlich und verständlich aufgeklärt. Im Rahmen des Aufklärungsgesprächs hatte ich die Gelegenheit Fragen zu stellen. Alle meine Fragen wurden zu meiner Zufriedenheit beantwortet. Ich stimme der Teilnahme an der Studie freiwillig zu. Für meine Entscheidung hatte ich ausreichend Zeit. Ein Exemplar der Informationsschrift und der Einwilligungserklärung habe ich erhalten.

Datenschutz

Mir ist bekannt, dass bei dieser Studie personenbezogene Daten verarbeitet werden. Die Verarbeitung der Daten erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt gemäß Art. 6 Abs. 1 lit. a der Datenschutz-Grundverordnung folgende Einwilligungserklärung voraus:

Ich wurde darüber aufgeklärt und stimme freiwillig zu, dass meine in der Studie erhobenen Daten, insbesondere Angaben über meine Gesundheit, zu den in der Informationsschrift beschriebenen Zwecken in pseudonymisierter Form aufgezeichnet und ausgewertet werden. Dritte erhalten keinen Einblick in personenbezogene Unterlagen. Bei der Veröffentlichung von Ergebnissen der Studie wird mein Name ebenfalls nicht genannt. Die personenbezogenen Daten werden anonymisiert, sobald dies nach dem Forschungszweck möglich ist. Die Daten werden nach Studienabschluss bis zum Abschluss der Datenauswertung aufbewahrt. Mir ist bekannt, dass diese Einwilligung jederzeit schriftlich oder mündlich ohne Angabe von Gründen widerrufen werden kann, ohne dass mir dadurch Nachteile entstehen.

Datenschutzbeauftragte ist Frau Barbara Partzsch, UdS, Email: datenschutz@uni-saarland.de

Ort, Datum

Name, Vorname des Teilnehmers
(in Druckbuchstaben)

Unterschrift des Teilnehmers

Aufklärende Person

Der Patient / die Patientin wurde von mir im Rahmen eines Gesprächs über das Ziel und den Ablauf der Studie sowie über die Risiken aufgeklärt. Ein Exemplar der Informationsschrift und der Einwilligungserklärung habe ich dem Patienten ausgehändigt.

Ort, Datum

Name, Vorname der aufklärenden Person
(in Druckbuchstaben)

Unterschrift der aufklärenden Person

C) Fragebogen

Fragebogen zur Teleskop-Versorgung

Name: _____ geb. _____

Liebe Patientin, lieber Patient, bitte nehmen Sie sich für diesen Fragebogen zu Ihrem Zahnersatz kurz Zeit und setzen Sie bei jeder Frage nur **ein** Kreuz.

Ästhetische Parameter

Frage 1. Wie häufig pro Tag/Nacht (24 h) nehmen Sie Ihren Zahnersatz heraus?

Nie	1 Mal	2 Mal	3 Mal	4 Mal	5 Mal	6 Mal	7 Mal	8 Mal	9 Mal
<input type="checkbox"/>									

Frage 2. Wie häufig innerhalb einer Woche werden Ihre Innenkronen für den Partner oder Verwandte sichtbar?

Nie	1 Mal	2 Mal	3 Mal	4 Mal	5 Mal	6 Mal	7 Mal	8 Mal	9 Mal
<input type="checkbox"/>									

Frage 3. Wie wichtig erscheint Ihnen die Farbe der Innenkronen?

unwichtig			einigermaßen wichtig				sehr wichtig		
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>	8 <input type="checkbox"/>	9 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>

Frage 4. Wie zufrieden sind Sie mit der Farbe Ihrer Innenkronen?

unzufrieden			einigermaßen zufrieden				sehr zufrieden		
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>	8 <input type="checkbox"/>	9 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>

Technisch-funktionelle Parameter

Frage 1. Wie zufrieden sind Sie mit der Handhabung Ihrer Prothese?

unzufrieden			einigermaßen zufrieden				sehr zufrieden		
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>	8 <input type="checkbox"/>	9 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>

Frage 2. Wie bewerten Sie die Abnehmbarkeit Ihrer Prothese?

sehr schwer			mittelmäßig				sehr zufrieden		
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>	8 <input type="checkbox"/>	9 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>

Frage 3. Wie zufrieden sind Sie mit der Kaufunktion Ihres Zahnersatzes?

unzufrieden			einigermaßen zufrieden				sehr zufrieden		
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>	8 <input type="checkbox"/>	9 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>

Frage 4. Wie oft kam es zur Ablösung einer Primärkrone?

Nie	1 Mal	2 Mal	3 Mal	4 Mal	5 Mal	6 Mal	7 Mal	8 Mal	9 Mal
<input type="checkbox"/>									

Vielen Dank.

Vitalität:

- Angabe ob Zahn sensibel und vital
- Messung mittels kurzzeitiger Applikation von Kohlendioxid
- ja (+) / nein (-)

Endo:

- Endodontische Behandlung des Zahnes vor / nach Eingliederung
- vor / nach

Perkussion:

- Perkussionsempfindlichkeit
- vertikales / horizontales Beklopfen des Pfeilers mit dem Griff eines zahnärztlichen Instrumentes
- positiv (+) / negativ (-)

GBI:

- Gingival Bleeding Index
- Ausstreichen des Sulkus mit dem stumpfen Ende einer Parodontalsonde
- 4 Messstellen jeweils mesial, distal, vestibulär, oral
- ja (X) / nein ()

BOP:

- Blutung auf Sondieren
- Sondierung in Tiefe der Tasche
- 4 Messstellen jeweils mesial, distal, vestibulär, oral
- ja (X) / nein ()

ST:

- Sondierungstiefe in mm
- 4 Messstellen jeweils mesial, distal, vestibulär, oral

Rezession:

- Zahnfleischrückgang
- Messung in mm von Kronenrand (ursprünglich isogingival) zu oberem Zahnfleischrand
- 4 Messstellen jeweils mesial, distal, vestibulär, oral

Periotest:

- Bestimmung des Lockerungsgrades mittels Periotestgerät der Firma Medizintechnik Gulden
- 3 Messwerte

Perforation:

- bei Metall
- visuelle Überprüfung ob Perforation in der Primärkrone
- ja (X) / nein ()

Chipping-Fraktur:

- bei Keramik
- visuelle Überprüfung ob Abplatzungen an der Primärkrone
- ja (X) / nein ()

Kronenrand insuffizient:

- Überprüfung mit Häkchensonde
- Unterhakbar mit Spitze
- ja (X) / nein ()

Plaque:

- Anfärben mit Revelator
- visuelle Überprüfung von 4 Stellen jeweils mesial, distal, vestibulär, oral
- ja (X) / nein ()

Verfärbung:

- bei Keramik
- visuelle Überprüfung auf verfärbte Stellen an Primärkrone
- ja (X) / nein ()

Material:

- Metall (M), Zirkoniumdioxidkeramik (K)