

PROVISORISCHE BEFESTIGUNGSZEMENTE FÜR ABUTMENTS

Haftkraft provisorischer Befestigungszemente für die temporäre Zementierung von Kronen auf Implantatabutments. Ein Überblick der aktuellen Studienlage für den klinischen Alltag

Dr. Felix Dähne, M.Sc., Dr. Elisabeth Prause

→ Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Semipermanente Zemente, was war das noch gleich? Sind diese zur dauerhaften Befestigung geeignet? Kann man nicht einfach einen provisorischen Zement verwenden? Der Artikel stellt den wissenschaftlichen Stand im Bereich der semipermanenten Befestigung von Kronen auf Implantaten vor.

Zusammenfassung: Zur lösbaren Befestigung von Zahnersatz auf Implantaten sind seit einigen Jahren sogenannte semipermanente Zemente erhältlich. Die Anzahl verfügbarer Produkte ist zunehmend. Der folgende Artikel stellt die heterogene Materialgruppe und den wissenschaftlichen Status quo vor. Grundsätzlich wird die Anwendung semipermanenter Zemente auf Kunststoffbasis empfohlen, da diese nach Wasserlagerung höhere und stabilere Retentionskräfte aufweisen als klassische provisorische eugenolfreie Zinkoxidphosphatzemente. Ein wesentlicher Kritikpunkt der Studien besteht darin, dass die Auswirkungen von Kaubelastung hinsichtlich des Verbundes nicht geprüft worden sind. In der Regel spielen sowohl die thermische als auch die mechanische Alterung eine entscheidende Rolle bei der Bewertung der Retentionsstabilität von Zementen zur Abschätzung ihrer klinischen Langlebigkeit. Daher liegen bisher keine ausreichenden Daten für die Eignung von semipermanenten Zementen vor. Die Frage, ob semipermanente Zemente den konventionellen definitiven oder konventionellen provisorischen Ze-

menten überlegen sind, kann auf der Basis der verfügbaren Daten noch nicht beantwortet werden.

Schlüsselwörter: Implantologie; Zementierung; semipermanent; Einzelkronen

Zitierweise: Dähne F, Prause E: Provisorische Befestigungszemente für Abutments. Haftkraft provisorischer Befestigungszemente für die temporäre Zementierung von Kronen auf Implantatabutments. Ein Überblick der aktuellen Studienlage für den klinischen Alltag. Z Zahnärztl Implantol 2020; 36: 244-249

DOI.org/10.3238/ZZI.2020.0244-0249

EINLEITUNG

Grundsätzlich können implantatgetragene Kronen und Brücken verschraubt oder zementiert befestigt werden. Der Vorteil einer Zementierung besteht darin, von der Achsausrichtung der Implantate unabhängig zu sein. Dies ist für Kronen des Öfteren und für Brücken zumeist unabdingbar. Außerdem kann es nicht in Folge einer Lockerung der Verschraubung zu einer Fraktur oder zum Verlust der Implantatschrau-

be kommen [25, 26]. Darüber hinaus stellt der Schraubenkanal einen Schwachpunkt hinsichtlich der Materialstabilität der Krone und der Reinigungsfähigkeit dar. Auch die ästhetischen Einschränkungen, welche durch den sichtbaren Zugang entstehen, entfallen bei einer Zementierung [6]. Überdies wird eine bessere Gerüstpassung beschrieben [25, 26, 41]. Nicht zuletzt ist der klinische Ablauf einer Zementierung im praktischen Alltag eines Zahnarztes fest verankert, egal ob die Restauration zahn- oder implantatgetragen ist, sodass dieser Vorgang routiniert ablaufen kann [1, 25].

Die Vorteile der Verschraubung betreffen vornehmlich das periimplantäre Gewebe. Neben der Vermeidung einer durch Zementreste ausgelösten Periimplantitis konnten Thoma et al. ein geringeres pathogenes Keimspektrum feststellen. Ein weiterer Pluspunkt ist die Option im Falle einer Lockerung der Abutmentschraube, diese unproblematisch wieder anziehen zu können (Tab. 1) [37, 44, 45, 48]. Generell ist der Zugang und das Lösen bzw. Wiederbefestigen der implantatgetragenen Restauration bei dieser Option sehr einfach [8, 25, 30, 44].

Um die Zweckdienlichkeit ausschließlich verschraubter Kronen im Falle einer Schraubenlockerung auch für zementierte Restaurationen zu nutzen, gibt es die Möglichkeit der semipermanenten Befestigung [34].

SEMIPERMANENTE BEFESTIGUNG

Für die semipermanente Befestigung auf Implantaten wird gefordert, dass die Abzugskräfte in einem Bereich liegen, der einerseits eine ungestörte Funktion unter Kaulast sicherstellt, gleichzeitig in dem wässrigen Milieu der Mundhöhle stabil ist und andererseits das Lösen der Suprakonstruktion im Bedarfsfall ohne Gefährdung des Implantats ermöglicht [2, 4, 15,



Die Haftkraft hängt ab von der Zementeigenschaft, der Abutmentgeometrie, der Oberflächenbeschaffenheit sowie dem Material des Abutments und der Innenfläche der Suprakonstruktion.



20]. Hierfür werden Abzugskräfte in einer Größenordnung zwischen 100–200 N als erforderlich betrachtet [3, 37]. Limitierend ist jedoch die Stabilität der Krone. Nach Fröhlicher und Müller ist eine beschädigungsfreie Abnahme bis zu einer Haftkraft von 100 N möglich [10]. Für semipermanente Zemente, die speziell für die Befes-

tigung von implantatgetragenen Suprakonstruktionen entwickelt wurden, sind derzeit nur wenige verlässliche Daten bezüglich ihrer Haftkraft verfügbar [32, 34].

Bei der Interpretation der Haftkraft gilt grundsätzlich zu beachten, dass diese nicht nur von den Zementeigenschaften, sondern auch von Faktoren wie Abutmentgeometrie (Winkel, Länge, Fläche, Höhe), Oberflächenbeschaffenheit (glatt, rau) und Material (Metalllegierung, Keramik) des Abutments als auch der Innenfläche der Suprakonstruktion abhängen [25]. Die übliche Konizität von Abutments liegt bei 6° [25]. Kleinere Konizitäten erhöhen die Haftkraft, erschweren allerdings den Zementabfluss und können zu Bisserrhöhungen führen. Größere Konizitäten führen zu erhöhten Abzugskräften, die auf den Zement wirken. Die Retention hängt also eng mit der Präparationsform zusammen und reduziert sich bei zunehmender Konizität [13]. Eine raue Oberflächenbeschaffenheit vergrößert ebenso wie eine zunehmende Höhe des Abutments die Haftkraft [14, 19, 25]. Diese Erkenntnisse beruhen auf Untersuchungen an natürlichen Zähnen unter Beachtung der bestmöglichen Retention einer Restauration in Relation zum Abfluss klassischer Zinkoxidphosphatzemente [25].

Für metallkeramische Restaurationen auf Titanabutments werden eugenolfreie provisorische Zemente auf Zinkoxidbasis seit vielen Jahren erfolgreich verwendet [20]. Sie sind preiswert, nebenwirkungsarm und gehören aufgrund ihrer weit verbreiteten Verwendung zur temporären Befestigung von Provisorien zum Standardmaterial vieler Praxen [1].

Obgleich die semipermanente Zementierung von Suprakonstruktionen auf Implantaten gängige Praxis ist, gibt es derzeit weder eine verbindliche Leitlinie noch eine Empfehlung, welche Materialien für eine derartige Befestigung geeignet sind.

ZEMENTMATERIALIEN

Verschiedene Laborstudien zielten darauf ab, einen Überblick über die hierfür zur Verfügung stehenden Zemente und deren Eigenschaften zu geben [24, 40].

Generell wurden bisher 4 verschiedene Werkstoffarten hinsichtlich ihrer Eignung zur semipermanenten Zementierung von Suprakonstruktionen auf Implantaten geprüft. Hierzu gehören:

Zementiert	Verschraubt
Vorteile <ul style="list-style-type: none"> - einfache, bekannte Durchführung (aber mit Fehlermöglichkeiten) - passive Passung - keine Schraubenöffnung - bessere Ästhetik - weniger Keramikfrakturen - Korrektur von Achsenabweichungen (besonders bei Brücken) 	<ul style="list-style-type: none"> - keine Zementfuge - dauerhafte Befestigung bei gleichzeitig leichter Entfernbarkeit im Komplikationsfall - weniger biologische Komplikationen - günstigeres Keimspektrum - weniger Entzündungsparameter im Weichgewebe
Nachteile <ul style="list-style-type: none"> - subgingivale Zementfuge - Periimplantitisgefahr durch Zementreste - Restauration ist nicht bzw. nur schwer abnehmbar - mögliches Zerkratzen des Abutments beim Entfernen massiver Zementüberschüsse - komplizierteres Vorgehen - Gefahr der „Verzementierung“ - mehr Einzelteile 	<ul style="list-style-type: none"> - häufigere technische Komplikationen - oft Schraubenlockerung und Schraubenfrakturen (nur bei Verschraubung auf Abutmentniveau, sonst sind es dieselben Schrauben wie bei den zementierten Restaurationen) - separater Verschluss des Schraubenkanals - eingeschränkte Korrektur von Achsenabweichungen

Tab. 1: Vor- und Nachteile von zementierten und verschraubten Suprakonstruktionen

(Quelle: Felix Dähne/Elisabeth Prause)

- **eugenolfreie Zinkoxid-Zemente:** Sie zeichnen sich durch ein Zwei-Pasten-System aus. Die Basis besteht fast ausschließlich aus Zinkoxid, der Katalysator vorwiegend aus Octansäure und 2-Ethoxybenzoesäure [21]. Beim Anmischen entsteht unter Feuchtigkeit ein amorpher Chelatkomplex, welcher einen ungebundenen Rest vom Zinkoxid und vom Chelatbildner verbleiben lässt, was die geringe mechanische Stabilität dieses provisorischen Zements erklärt [33].
- **Zinkoxid-Phosphat-Zemente:** Sie bestehen aus einem Pulver (Zinkoxid) und einer Flüssigkeit (Orthophosphorsäure), die eine chemische Reaktion eingehen, sobald die Komponenten vermischt werden. Es handelt sich um eine Säure-Base-Reaktion [29, 46].
- **Glasionomerzemente:** Sie enthalten Polyacrylsäure, Calcium-Aluminium-Silikat-Glas und destilliertes Wasser. Die Säuren lösen Calcium und Aluminium aus dem Silikatglas, sodass ein Calcium-Polycarboxalatgel entsteht. Nach 24 Stunden verbindet sich auch das Aluminium mit dem Calcium-Polycarboxalatgel, was zu einer zusätzlichen Stabilisierung führt. Das Abbindeverhalten des Glasionomerzements beschreibt eine Säure-Base-Reaktion [9, 46].
- **kunststoffmodifizierte Glasionomerzemente:** Im Gegensatz zu klassischen Glasionomerzementen enthalten sie eine methacrylierte Polyacrylsäure, sodass zusätzlich zur Säure-Base-Reaktion eine Lichtaktivierung bzw. Lichthärtung möglich wird [9].
- **Zemente auf Kunststoffbasis:** Sie bestehen aus einer organischen Matrix (für Zemente in diesem Fall meist Urethandimethacrylat), Füllkörpern (anorganischer Anteil) und einer Verbundphase. Die Polymerisation, also die Aushärtung des Zements, kann auto- oder lichthärtend ablaufen. In beiden Fällen stellen Initiatoren der organischen Phase den Ursprung der Reaktion dar. Entweder werden diese durch UV-Licht aktiviert oder von Akzeleratoren reduziert, um eine Polymerisation auszulösen [35]. Polycarboxylat-Zemente zeichnen sich ebenfalls durch ein Pulver (Zinkoxid) und eine Flüssigkeit (Polyacrylsäure) aus. Die Bindung entsteht durch die

funktionellen Gruppen der Polyacrylsäure und dem Calcium der Zahnhartsubstanz. Somit garantiert diese Zementart eine wirkliche Adhäsion mit dem Zahnschmelz oder Dentin [28].

RETENTIONSKRÄFTE DER ZEMENTE

Insbesondere für metallbasierte Kronengerüste, die semipermanent auf Titanabutments zementiert werden, liegen Laboruntersuchungen über die Festigkeit der Verbindung vor. Gultekin et al. prüften die Retentionskräfte von Zementen auf Kunststoffbasis bei Spaltbreiten von 20 und 40 µm. Wie auch in anderen Studien wurden die Proben nach der Zementierung für mindestens 24 Stunden in Wasser gelagert, um das Abbindeverhalten im feuchten Milieu der Mundhöhle nachzuahmen. Nach Wasserlagerung ergaben die Pull-out-Tests, dass die getesteten Ze-



Zur semipermanenten Befestigung von vollkeramischen Kronen auf Zirkonabutments gibt es nur eine reduzierte Datenlage.



mente unabhängig von der Spaltbreite mit Werten zwischen 136–191 N für die semipermanente Zementierung geeignet sind (Tab. 2) [12].

Mehl et al. beschrieben, dass auch Zinkoxid-Phosphat-Zemente und Glasionomerzemente für die semipermanente Zementierung tauglich sind [26]. Dies wird allerdings bisher kontrovers diskutiert [7, 9]. Sie empfehlen, dass ergänzend zu den etablierten Universalmaschinen, die beim Abzugstest eine kontinuierliche Kraft ausüben, klinische Instrumente, z.B. das Coronaflex (KaVo, Biberach) für die Messung zu verwenden. Dieses erzeugt eine kurze impulsartige Kraft, welche zur Zertrümmerung der Bindungen klassischer Zemente besser geeignet ist und die klinische Situation eher simuliert [25, 26].

Im klinischen Alltag wird häufig Vaseline zu provisorischen Zementen hinzugefügt, um die Retentionskraft zu reduzieren und die Restauration später leichter zu entfernen. Dieser Aspekt wurde von Sheets et al. in vitro geprüft. In der Untersuchung wurden die Kronenlumen bzw. Abutments mit Vaseline oder einem K-Y-Gel (Personal Products Company, Skillman, NJ, USA) bestrichen, bevor sie mit 2 semipermanenten Zementen (Im-Prop, Dentegris GmbH, Mohnheim am Rhein, Deutschland, und Premier Implant Cement, Premier Dental Products, Plymouth Meeting, PA, USA) verbunden wurden [40]. Die Ergebnisse bestätigten eine reduzierte Abzugskraft für dieses Prozedere (Tab. 2) [40].

Abutments aus Titan in Verbindung mit einer metallkeramischen Kronen- oder Brückenversorgung gelten aufgrund der Datenlage als bewährte Behandlungsoption in der dentalen Implantologie [18, 31]. Dabei stellen Frakturen der Verblendkeramik die häufigste technische Komplikation dar. Um die Frakturgefahr zu verringern, erfolgte die Entwicklung monolithischer, also unverblendeter Restaurationen, welche über ein CAD/CAM-System hergestellt werden können [22]. In einer Studie von Carnaggio et al. wurde die Retention von vollkeramischen Kronen auf Titanabutments untersucht. Diese Kronen wurden mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellt, um eine Homogenität der Oberflächenbeschaffenheit der Kronen zu gewährleisten. Jede Probe wurde nur einmal verwendet, da die mehrmalige Nutzung von Proben in vorangegangenen Studien als mögliche Fehlerquelle angesehen wurde [5]. Außerdem wurden 3 verschiedenen große Abutments (42, 60, 82 mm²) in Bezug auf deren Oberfläche verwendet, da in diversen Studien gezeigt werden konnte, dass je größer die Abutmentoberfläche ist, desto höher ist die Retention der Restauration [5, 25]. Die Retentionswerte für provisorische Zemente lagen zwischen 82 und 114 N (Tab. 2).

Die Ergebnisse zeigten ferner, dass die kunststoffmodifizierten Glasionomerzemente (RelyX Luting Plus, 3M ESPE, Seefeld, Deutschland) weitere Untersuchungen erfordern. Ihre Haftwerte lagen in der Größenordnung semipermanenter Zemente. Ein Umstand, der möglicherweise

Quelle	Materialpaarung Abutment-Suprakonstruktion	Zement	Abzugskraft (N)	
			Wasserlagerung	Thermocycling
Gultekin et al. 2012	Titan-NEM (20 µm/40 µm Zementspalt)	Premier Implant Cement	136,97/171,35	
		ImProv	139,50/179,54	
		Cem Implant	155,79/187,30	
		MIS Crown Set	150,28/190,75	
Carnaggio et al. 2011	Titan-NEM (Titanabutment-Oberfläche (42/60/82 mm ²))	Temp Bond NE	83/82/114	
		ImProv	92/127/104	
		RelyX Luting Plus	96/84/56	
		RelyX Unicem	199/241/246	
		Multilink	184/237/318	
Sheets et al. 2006	Titan-NEM	Temp Bond	117,8	
		Ultra Temp	358,6	
		ImProv (mit/ohne Vaseline)	130,8/172,4	
		Premier Implant (mit/ohne K-Y-Gel)	31,6/131,6	
		TR-2	41,2	
		Fleck's cement	171,8	
		Ketac Cem Aplicap	167,8	
		Fuji Plus	147,5	
		Ultra Temp	158,8	
Quooß & Kordaß 2011	Titan-Gold	Temp Bond NE	68,15	
		Implantlink semi	75,13	
		Temp Bond NE	53,77	
		Implantlink semi forte	110,2	
Coskun 2012	Titan-Zirkondioxid	Implantlink semi	120,1	33,8
Quooß & Kordaß 2009	Titan-Zirkondioxid	Implantlink semi	80,57	
Güler et al. 2017	Titan-Zirkondioxid	Temp Bond		17,82
Güler et al. 2017	Zirkondioxid-Zirkondioxid	Temp Bond		6,52
Lennartz et al. 2018	Zirkondioxid-Zirkondioxid	Freegenol	235	29
		ImProv	110	35
		Telio CS	104	6
		Dyna implant	61	1
		X-Pand implant	50	2
Rues et al. 2017	Zirkondioxid-Zirkondioxid (Abutmenthöhe 4,0 mm/5,5 mm)	RelyX Temp NE	31/107	17/11
		Harvard Implant	40/41	8/13
		RelyX Unicem	436/596	590/689
		Harvard	682/477	656/915
		Ketac Cem Aplicap	425/570	522/757

Tab. 2: Abzugskräfte von diversen Zementen aus verschiedenen Studien

(Quelle: Felix Dähne/Elisabeth Prause)

aus dem Untersuchungsprotokoll resultiert. Die Abzugsversuche erfolgten bereits 24 Stunden nach der Zementierung. Zu diesem Zeitpunkt war vermutlich die vollständige Retentionskraft der Glasionomerzemente noch nicht erreicht (Tab. 2) [5, 47].

Nicht nur Kronen, sondern auch Abutments werden zunehmend vollkeramisch hergestellt. Zirkondioxid scheint unter diesem Aspekt ein vielversprechendes Material zu sein [17].

In Hinblick auf vollkeramische Kronen, die auf Zirkonabutments semipermanent befestigt werden, gibt es nur eine reduzierte Datenlage. Dies mag dem Umstand geschuldet sein, dass in der S3-Leitlinie „Vollkeramische Kronen und Brücken“ AWMF-Registernummer 083–012 für keramische Restaurationen eine permanente Zementierung empfohlen wird [27]. Allerdings beschränkt sich die Leitlinie auf Zahn- getragene Restaurationen. Lennartz et al. testeten 5 verschiedene semipermanente Zemente (Tab. 2) [23]. Diese wurden ebenfalls in Wasser gelagert und einem Thermocycling unterzogen. Dieses ahmt zyklische Temperaturwechsel, wie sie natürlicherweise intraoral vorkommen, nach. Eine künstliche Alterung der verwendeten Zemente kann so relativ einfach im Labor imitiert werden [16]. Die Ergebnisse zeigten, dass die Retentionskräfte der Zemente sehr verschieden waren. Das Thermocycling führte zu einer Reduktion der Retentionskräfte bei allen getesteten Zementen. Eine semipermanente Zementierung zeigte bei 3 Zementen (Freegenol, GC Europe N.V., Leuven, Belgien; ImProv, Dentegris GmbH, Mohnheim am Rhein; Telio CS Cem Implant, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein, nicht mehr verfügbar) eine verlässliche Retentionszeit von einem Jahr in vitro (Tab. 2).

EINFLUSS AUF KLINISCHE ALTERUNG

Den Zusammenhang zwischen den Zementen, der Abutmenthöhe und klinischer Alterung untersuchten Rues et al. in vitro anhand von Zirkonkronen und -abutments (4,0 oder 5,5 mm Höhe) [35]. Es wurden 5 verschiedene Zemente verwendet (Tab. 2). Alle Abutments wurden sandgestrahlt. Nach der Zementierung wurden die Proben teilweise einem Thermocycling

ausgesetzt, bevor der Abzugsversuch durchgeführt wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass die künstliche Alterung durch das Thermocycling besonders die Retention der semipermanenten Zemente reduzierte. Die Abutmenthöhe beeinflusste vor allem die Retention der Kronen, die mit einem permanenten Zement befestigt wurden, sodass zusammenfassend die permanente Zementierung von Kronen auf Implantaten empfohlen wurde [36].

Grundsätzlich wird der Einfluss des Thermocyclings auf die Retention divers diskutiert [12]. So lagen die Haftkräfte von mit eugenolfreien Zinkoxidzementen befestigter Zirkondioxidkronen auf Titanabutments bei ca. 70 N nach 24 Stunden Wasserlagerung [32, 38]. Nach einem Thermocycling reduzierten sie sich auf unter 20 N [11]. Im Vergleich dazu wurden für einen methacrylatbasierten semipermanenten Befestigungskunststoff nach Wasserlagerung Haftkräfte in Bereichen von 100 N registriert [7, 32, 38]. Auch bei diesem Befestigungswerkstoff reduzierten sich die Haftkräfte nach der Temperaturwechselbadbelastung auf 33 N. Damit wiesen sie jedoch fast doppelt so hohe Werte auf als der eugenolfreie Zinkoxidzement (Tab. 2) [7]. Haftkräfte ähnlicher Größenordnung zeigten die genannten Zemente auch in eigenen Untersuchungen (Dähne 2019). So zeigte der methacrylatbasierte semipermanente Befestigungskunststoff nach Wasserlagerung ebenfalls Haftkräfte von ca. 100 N. Dahingegen lagen die registrierten Haftkräfte des eugenolfreien Zinkoxidzementes bei ca. 60 N (Dähne 2019).

Schwarz et al. publizierten im Jahr 2011 eine klinische Studie, die die Ergebnisse einer Nachuntersuchung von permanent und semipermanent befestigten Einzelkronen und implantatgetragenen Zahnersatz zusammenfasste [39]. Die verwendeten semipermanenten Zemente waren Dycal (DENTSPLY DeTrey GmbH, Konstanz) und Temp Bond (Multident Dental GmbH, Hannover, Deutschland). Für die permanente Zementierung wurden Harvard-Zement (Harvard Dental International GmbH, Hoppegarten), Ketac Cem (3M GmbH, Neuss) und RelyX Unicem (3M GmbH) verwendet. Die Studie umfasste die Nachuntersuchung von 232 Einzelkronen (knapp 80 % davon waren me-

tallunterstützte Keramikkronen, ca. 20 % waren Vollkeramikkronen), wobei 8 Kronen durch ausgeprägte Chippings erneuert werden mussten (1 Krone semipermanent, 7 Kronen permanent befestigt). Des Weiteren wurde ein Implantatverlust verzeichnet, und eine Krone wurde vom Patienten nach Lockerung verschluckt. Für die verbleibenden Kronen betrug die Überlebensrate 98,4 % (semipermanente Zementierung) bzw. 92,4 % (permanente Zementierung) nach knapp 7 Jahren, sodass in beiden Fällen eine hohe Überlebensrate verzeichnet wurde [39].

FAZIT

Für die semipermanente Zementierung von Kronen und Brücken auf Implantaten sollte auf die Anwendung provisorischer eugenolfreier Zinkoxidzemente verzichtet werden.

Eine Befestigung mit methacrylatbasierten, semipermanenten Befestigungskunststoffen hingegen kann empfohlen werden. Neu auf dem Markt erschienene semipermanente Zemente weisen bisher jedoch nur eine sehr reduzierte Datenlage auf. Diverse Einflussfaktoren wie beispielsweise der Zementspalt, das Thermocycling oder die Kaufunktion bedürfen weiterer Studien für die Erstellung von Empfehlungen, an der sich der behandelnde Zahnarzt für die individuellen Bedürfnisse der jeweiligen Situation orientieren kann. ■

Interessenkonflikt: Der Autor Dr. Felix Dähne und die Autorin Dr. Elisabeth Prause geben an, dass sowohl im Zusammenhang mit der eingereichten Arbeit als auch außerhalb der eingereichten Arbeit kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- 1 _ Assenza B, Scarano A, Leghissa G et al.: Screw vs. Cement-implant-retained restorations: an experimental study in the beagle. Part I. Screw and abutment loosening. *Journal of Oral Implantology* 2005; 31: 242–246
- 2 _ Behr M: Zementierung von festsitzenden Restaurationen auf dentalen Implantaten. *Dtsch Zahnärztl Z* 2008; 63: 160–162
- 3 _ Brånemark R, Öhrnell LO, Nilsson P, Thomsen P: Biomechanical characterization of osseointegration during healing: an experimental in vivo study in the rat. *Biomaterials* 1997; 18: 969–978
- 4 _ Breeding LC, Dixon DL, Bogacki MT, Tietge JD: Use of luting agents with an implant system: Part

- I. Journal of Prosthetic 1992; 68: 737–741
- 5 _ Carnaggio TV, Conrad R, Engelmeier RL et al.: Retention of CAD/CAM all-ceramic crowns on prefabricated implant abutments: an in vitro comparative study of luting agents and abutment surface area. *J Prosthodont*. 2012; 21: 523–528
- 6 _ Chee W, Felton DA, Johnson PF et al.: Cemented versus screw-retained implant prostheses: which is better? *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14: 137–141
- 7 _ Coskun H: Untersuchung der Abzugsfestigkeit eines experimentellen Zementes zur Befestigung von Vollkeramik-Implantatsuprakonstruktionen im Vergleich mit zwei bereits genutzten Zementen eine In-Vitro-Studie. Dissertation Berlin 2012
- 8 _ Duyck J, Naert I: Influence of prosthesis fit and the effect of a luting system on the prosthetic connection preload: an in vitro study. *Int J Prosthodont* 2002; 15: 389–396
- 9 _ Frankenberger R, Krämer N: Glasionomerzemente. Metallfreie Restaurationen, Band 1, Teil 4, Spitta Verlag 1999
- 10 _ Fröhlicher RR, Müller PSH.: Untersuchung zur Zementierung von Einzelzahnimplantatkronen unter Berücksichtigung des Abutmentdesigns Haftkräfte von zehn Zementen bei Implantatrekonstruktionen nach 48 stündiger Lagerung in 0,9%iger NaCl-Lösung bei 37°C – eine In-vitro-Studie. Dissertation Bern 2010
- 11 _ Güler U, Budak Y, Queiroz JRC, Özcan M: Dislodgement Resistance of Zirconia Copings Cemented onto Zirconia and Titanium Abutments. *Implant Dent*. 2017; 26: 510–515
- 12 _ Gultekin P, Gultekin BA, Aydin M, Yalcin S: Cement selection for implant-supported crowns fabricated with different luting space settings. *J Prosthodont* 2013; 22: 112–119
- 13 _ Hajtó J: Retention und Widerstandsform bei zementierten Kronen und Brücken. *zwp-online* 2010; Jg. 26, Ausgabe 6
- 14 _ Hebel KS, Gajjar RC: Cement-retained versus screw-retained implant restorations: achieving optimal occlusion and esthetics in implant dentistry. *J Prosthet Dent* 1997; 77: 28–35
- 15 _ Heinemann F, Mundt T, Biffar R: Retrospective evaluation of temporary cemented tooth and implant supported fixed partial dentures. *J Cranio-Maxillofac Surg* 2006; 34: 86–90
- 16 _ Hunecke A: Randqualität und Randdichtheit von Klasse II-Kompositfüllungen bei Aushärtung mit unterschiedlichen Polymerisationsgeräten bzw. -verfahren in vitro. Dissertation Würzburg 2003
- 17 _ Horvath SD, Vollmer MA: Monolithische Restaurationen auf Implantaten. Eine Übersicht. *Dtsch Zahnärztl Z* 2017; 72: 332–340
- 18 _ Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS.: Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 2–21
- 19 _ Kaufmann E, Coelho A, Colin L: Factors influencing the retention of cemented gold castings. *J Prosthet Dent* 1961; 11: 487–502
- 20 _ Kern M, Votteler B: Zementieren oder verschrauben. *DZW* 2016; 8–9: 1–15
- 21 _ Kerr GmbH: Sicherheitsdatenblatt Temp Bond NE. www.kerrdental.com/de-de/zahnaerztliche-restaurationsprodukte/tembond-provisorische-versorgung#docs. (letzter Zugriff am 18.08.2020)
- 22 _ Larsson C, Vult von Steyern P, Sunzel B, Nilner K: All-ceramic two- to five-unit implant-supported reconstructions. A randomized, prospective clinical trial. *Swed Dent J* 2006; 30: 45–53
- 23 _ Lennartz A, Dohmen A, Bishti S, Fischer H, Wolfart S: Retrievability of implant-supported zirconia restorations cemented on zirconia abutments. *J Prosthet Dent* 2018; 120: 740–746
- 24 _ Mansour A, Ecoli C, Graser G et al.: Comparative evaluation of casting retention using ITI solid abutment with six cements. *Clin Oral Impl Res* 2002; 13: 343–348
- 25 _ Mehl C, Harder S, Steiner M, Vollrath O, Kern M: Influence of Cement Film Thickness on the Retention of Implant-Retained Crowns. *J Prosthodont* 2013; 22: 112–119
- 26 _ Mehl C, Harder S, Wolfart M, Kern M, Wolfart W: Retrievability of implant-retained crowns following cementation. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19: 1304–1311
- 27 _ Meyer G, Ahsbahs S, Kern M: Vollkeramische Kronen und Brücken. S3-Leitlinie 2013; AWMF-Registriernummer 083–012. www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/083-012l_S3_Vollkeramische_Kronen_Bruecken_2015-04-abgelaufen.pdf (letzter Zugriff am 18.08.2020)
- 28 _ Moore K: Polycarboxylate Cement. McDonald and Avery Dentistry for the Child and Adolescent (Ninth Edition) 2011
- 29 _ Pawlig, O: Grundlegende Untersuchungen zur Abbindereaktion von Zinkphosphatzement. Dissertation Mainz 2001
- 30 _ Pietrabissa R, Gionso L, Quaglini V et al.: An in vitro study on compensation of mismatch of screw versus cement-retained implant supported fixed prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2000; 11: 448–457
- 31 _ Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A: A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 22–38
- 32 _ Quooß A, Kordaß B: Werkstoffkundliche Untersuchungen an temporären Implantatzementen im Vergleich. Dept. of Dental Propaedeutics/Community Dentistry, Center for Stomatology, Ernst-Moritz-Arndt University of Greifswald) 2011
- 33 _ Réka K, Hermann P: Zemente in der Zahnheilkunde. Semmelweis-Universität, Klinik für Zahnärztliche Prothetik. <https://semmelweis.hu/fogpotlas/tan/files/2018/05/Zemente-in-der-Zahnheilkunde.pdf> (letzter Zugriff am 18.08.2020)
- 34 _ Rödiger M, Rinke S, Ehret-Kleinau F et al.: Evaluation of removal forces of implant-supported zirconia copings depending on abutment geometry, luting agent and cleaning method during recementation. *J Adv Prosthodont* 2014; 6: 233–240
- 35 _ Rosentritt M, Ilie N, Lohbauer U: Werkstoffkunde in der Zahnmedizin: Moderne Materialien und Technologien. Georg Thieme Verlag KG 2018: 132–135
- 36 _ Rues S, Fugina M, Rammelsberg P, Kappel S: Cemented Single Crown Retention on Dental Implants: An In Vitro Study. *Int J Prosthodont* 2017; 30: 133–135
- 37 _ Scarano A, Assenza B, Piattelli M et al.: A 16-year study of the microgap between 272 human titanium implants and their abutments. *J Oral Implantol* 2005; 31: 269–275
- 38 _ Schiessl C, Schaefer L, Winter C et al.: Factors determining the retentiveness of luting agents used with metal- and ceramic-based implant components. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 1179–1190
- 39 _ Schwarz S, Schröder C, Corcodel N, Hassel AJ, Rammelsberg P: Retrospective comparison of semi-permanent and permanent cementation of implant-supported single crowns and FDPs with regard to the incidence of survival and complications. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012; 14: 151–158
- 40 _ Sheets JL, Wilcox C, Wilwerding T: Cement selection for cement-retained crown technique with dental implants. *J Prosthodont* 2008; 17: 92–96
- 41 _ Taylor TD, Agar JR: Twenty years of progress in implant prosthodontics. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 89–95
- 42 _ Thoma DS, Wolleb K, Bienz SP, Wiedemeier D, Hämmerle CHF, Sailer I: Early histological, micro-biological, radiological, and clinical response to cemented and screw-retained all-ceramic single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29: 996–1006
- 43 _ Thoma DS, Haas R, Sporniak-Tutak K, Garcia A, Taylor TD, Hämmerle CHF: Randomized controlled multicentre study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11–15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 5-Year data. *J Clin Periodontol* 2018; 45: 1465–1474
- 44 _ Torrado E, Ercoli C, Al Mardini M, Graser GN, Talents RH, Cordaro L: A comparison of the porcelain fracture resistance of screw-retained and cement-retained implant-supported metal-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2004; 91: 532–537
- 45 _ Weber HP, Kim DM, Ng MW, Hwang JW, Fiorellini JP: Peri-implant soft-tissue health surrounding cement- and screw-retained implant restorations: a multi-center, 3-year prospective study. *Clin Oral Implants Res*. 2006; 17: 375–379
- 46 _ Willamowski, M: Zahnärztliche Werkstoffkunde. 1. Auflage. Spitta Verlag 2018: 326
- 47 _ Wilson AD, McLean JW: Glass-Ionomer Cements. Chicago Quintessenz, 1988:57
- 48 _ Wood MR, Vermilyea SG: A review of selected dental literature on evidence-based treatment planning for dental implants: report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. *J Prosthet Dent* 2004; 92: 447–462
- 49 _ Wu JC, Wilson PR: Optimal cement space for resin luting cements. *Int J Prosthodont* 1994; 7: 209–215
- 50 _ Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A: Kompositmaterialien: Zusammensetzung, Eigenschaften und klinische Anwendung. Eine Literaturübersicht. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2010; 120: 980–986



UKH

→ DR. FELIX DÄHNE, M.SC.
 Universitätsklinikum Halle (Saale)
 Universitätsklinik und Poliklinik für Mund-,
 Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie
felix.daehe@uk-halle.de



Charité Universitätsmedizin Berlin

→ DR. ELISABETH PRAUSE
 Charité Universitätsmedizin Berlin
 Institut für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
 Abteilung für Zahnärztliche Prothetik,
 Alterszahnmedizin und Funktionslehre
elisabeth.prause@charite.de