

KOMPOSITE IN DER IMPLANTATPROTHETIK

Chancen und Grenzen der polymerbasierten Werkstoffe für die
Anfertigung von definitiven implantatgetragenen Kronen und Brücken

Dr. Martin Butz, Prof. Dr. Sebastian Hahnel, PD Dr. Angelika Rauch, M.Sc.

→ Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Der Umgang mit Misserfolgen in der Implantatprothetik ist zeitaufwendig, kostspielig und mitunter kompliziert. Im Gegensatz zu zahngetragenen Versorgungungen können Kaukräfte bei implantatgetragenen Restaurationen nicht über die Sharpey'schen Fasern verteilt werden. „Dämpfende“ Restaurationsmaterialien könnten daher nützlich sein, um eine Kraftübertragung auf das Abutment-Implantat-System zu optimieren.

Hintergrund: Die Materialauswahl für die festsitzende und zahnfarbene Implantatprothetik ist vielfältig. Viele neue polymerbasierte Materialien sind seit wenigen Jahren auf dem dentalen Markt verfügbar.

Ergebnisse: Komposite und andere polymerbasierte Werkstoffe können aufgrund der zahnhartsubstanzähnlichen E-Module als Alternative zu keramischen oder metallischen Restaurationsmaterialien gesehen werden. Momentan sind jedoch nur vereinzelt klinische Studien zu deren Anwendung in der festsitzenden Implantatprothetik verfügbar.

Schlussfolgerung: Polymerbasierte Werkstoffe können bei Patienten mit hohen Kaukräften eine Alternative zu keramischen Materialien darstellen. Die Limitationen sind momentan noch in der geringen wissenschaftlichen Evidenz für die Anwendung im klinischen Alltag und einer eingeschränkten Farbauswahl zu sehen.

Schlüsselwörter: Keramik; Komplikationen; Komposit; PEEK; Planung; Survival; Zahnfarbene Werkstoffe

Zitierweise: Butz M, Hahnel S, Rauch A: Komposite in der Implantatprothetik. Z Zahnärztl Implantol 2021; 37: 236–239
DOI.org/10.3238/ZZI.2021.0236–0239

EINLEITUNG

„Welches Restaurationsmaterial würden Sie für eine implantatgetragene Restauration in regio 21 favorisieren?“, lautete die Fragestellung aus einer Umfrage unter Zahnärzten in Mitteldeutschland im Jahr 2019. Dabei antworteten 46,8 % der Zahnärzte, sie würden verblendete Zirkoniumdioxidkeramik bevorzugen, 19,4 % wählten verblendete Lithiumdisilikatkeramik und 11,3 % antworteten mit monolithischer Zirkoniumdioxidkeramik [5]. Die Verwendung von Metallkeramiken – besonders im ästhetischen Bereich – steht mittlerweile eher im Hintergrund, sicherlich auch, da die Vielfalt stabiler keramischer Restaurationsmaterialien mit hohen Biegefestigkeiten groß ist. So konnten Zirkoniumdioxidkeramiken durch Modifikationen in der Zusammensetzung so verändert werden, dass die Anfertigung von ästhetisch ansprechenden, monolithischen Restaurationen möglich ist. Die hohe Biegefestigkeit der Materialien wurde dabei beibehalten [27, 28].

Dies trifft auch auf die Generation von Zirkoniumdioxidkeramiken zu, die mit Yttriumoxid in einem Stoffmengenanteil von 5 % dotiert ist und so eine ähnliche Transparenz aufweisen kann wie die Silikatkeramiken [1]. Bei den Silikatkeramiken weisen die Lithiumdisilikatkeramiken hohe

Biegefestigkeiten auf [11]; die klinische Performance in der Implantatprothetik konnte bereits über mittlere Nachuntersuchungszeiträume nachverfolgt werden. Dabei zeigten implantatgetragene Kronen nach 5 Jahren eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 100 % [26].

Die Kraftüberleitung der keramischen Restaurationen auf das Abutment-Implantat-System wird jedoch immer wieder kontrovers diskutiert. Zum Teil werden auftretende Komplikationen oder ein Versagen in Zusammenhang mit einer starren Kraftübertragung bei Verwendung von zirkoniumdioxidbasierten oder silikatkeramischen Restaurationen gebracht [12]. Der Elastizitätsmodul (E-Modul) hat bei dieser Betrachtung eine relevante Bedeutung. Bei der Verformung fester Körper beschreibt er den Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung. Ein geringer E-Modul deutet auf eine höhere Verformbarkeit des Materials hin und kann im Sinne der Restaurationen „dämpfend“ auf ein Implantat wirken [21, 25].

Im Vergleich zur Zahnhartsubstanz weisen Keramiken mit Werten von 200–300 GPa für Zirkoniumdioxid- bzw. 60–110 GPa für Silikatkeramiken hohe E-Module auf. Für den Zahnschmelz werden lediglich Werte von ca. 50 GPa und für Dentin von ca. 15 GPa beschrieben [17]. Restaurationen mit Zahnhartsubstanz-ähnlichem E-Modul sind daher für eine dämpfende Kraftweiterleitung auf das Implantat eher wünschenswert. Eine Optimierung dieser Kraftübertragungen kann gleichzeitig zu einer verbesserten Osseointegration des Implantats führen [3].

In den vergangenen Jahren wurden viele Restaurationen modifiziert, sodass mittlerweile zahnfarbene Materialien auf dem Markt verfügbar sind, die durch einen Polymeranteil einen geringeren E-Modul erreichen und so eine dämpfende Wirkung erzielen können. Zu den bekannten definitiven Restaurationen gehören insbesondere die CAD/CAM-Komposite und die Hybridkeramiken (Abb. 1).

CAD/CAM-Komposite (indirekte Komposite)

CAD/CAM-Komposite sind industriell polymerisierte Komposite. Sie bestehen, wie



Abb. 1: Überblick über einige polymerbasierte definitive Restaurationsmaterialien; Blöcke aus Hybridkeramik (A2 HT, Vita Enamic), Block aus CAD/CAM-Komposit (A3 HT, Grandio blocs), dentinfarbene Ronde aus PEEK (dentin-shade 2, BioHPP)



Abb. 2: Vergleich zweier Blöcke aus Hybridkeramik (Vita Enamic): Auf der 6-Uhr-Position ist in der Vorbohrung für den Schraubenkanal die Schnittstelle für die TiBase von Dentsply Sirona zu erkennen.

Fotos (1–2): Angelika Rauch

auch die Füllungskomposite, im Wesentlichen aus einem Polymernetzwerk (Dimethacrylate) und anorganischen Füllkörpern. Durch die industrielle Verarbeitung kann bei den CAD/CAM-Kompositen ein höherer Polymerisationsgrad erreicht werden, wodurch ein dichteres Gefüge mit weniger Fehlstellen entsteht [17]. Aufgrund der Biegefestigkeit unter 300 MPa müssen sie zwingend adhäsiv befestigt werden. Je nach Fülleranteil und -art sind die mechanischen Eigenschaften etwas unterschiedlich; der E-Modul wird mit Werten von ca. 10 GPa beschrieben [7, 11]. Die Blöcke sind in verschiedensten Transluzenzstufen und vereinzelt als Multilayer-Ausführungen verfügbar. Nach Kenntnis der Autoren ist einzig *Lava Ultimate* (3M, Seefeld, Deutschland) nicht für die Anfertigung von Vollkronen zugelassen [6]. Klinische Studien zu implantatgetragenen Restaurationen aus CAD/CAM-Kompositen fehlen bisher (Abb. 3e, S. 238).

Hybridkeramiken

Der Begriff Hybridkeramik beschreibt Werkstoffe, die aus dem Verbund eines silikatkeramischen und eines polymeren Netzwerks bestehen. Aus diesem Grund können diese im Vergleich zu den CAD/CAM-Kompositen auch mit Flusssäure konditioniert werden. Aufgrund eines Anteils von 86 Gew. % Feldspatkeramik (Silikatkeramik) ist der E-Modul höher als bei den CAD/CAM-Kompositen und liegt bei 28 GPa [4]. Die einzige auf dem Markt

verfügbare Hybridkeramik ist momentan die *Vita Enamic*, die in verschiedenen Transluzenzstufen verfügbar ist. Die Blöcke sind entweder mit oder ohne vorgefertigte Schnittstelle für die TiBase von Dentsply Sirona inkl. einer entsprechend genormten Vorbohrung für den Schraubenkanal erhältlich (Abb. 2). Klinische Studien zu implantatgetragenen Restaurationen sind momentan noch nicht verfügbar (Abb. 3b).

Andere polymerbasierte Materialien

Fräsbare Polyaryletherketone (PAEK) werden meist als Blanks auf dem dentalen Markt angeboten. Zu den PAEKs gehören im Wesentlichen Polyetheretherketon (PEEK) und Polyetheretherketonketon (PEKK) mit einer Biegefestigkeit von ca. 200 MPa und einem E-Modul von ca. 4 GPa [11]. Beide Materialien sind jedoch nicht in den klassischen Zahnfarben verfügbar (Abb. 1).

Im Gegensatz zu den Hybridkeramiken und den meisten CAD/CAM-Kompositen können sie auch als Brückenmaterialien verwendet werden und so im weniger ästhetisch relevanten Bereich eine Alternative zu den Zirkoniumdioxidkeramiken darstellen [16].

PEEK ist in der Implantatprothetik auch in Form von vorkonfektionierten Abutments verfügbar, kann aber auch als Block für die individuelle Herstellung von Abutments erworben werden. Interessant ist ebenfalls, dass PEEK und PEKK sei-

FAZIT

- Komposite können sowohl in Form von CAD/CAM-Kompositen oder in Kombination mit silikatkeramischen Materialien (Hybridkeramik) als definitives Restaurationsmaterial in der Implantatprothetik genutzt werden.
- Weitere polymerbasierte Materialien wie PEEK, PEKK oder glasfaserinfiltrierte Komposite sind nicht in den klassischen Zahnfarben verfügbar.
- Im Gegensatz zu Keramiken weisen polymerbasierte Materialien E-Module auf, die ähnlich der Zahnhartsubstanz sind.
- Klinische Studien zu der Anwendung von polymerbasierten Materialien in der festsitzenden Implantatprothetik stehen noch aus.
- Silikatkeramiken und verblendete Oxidkeramiken sind die bisher am besten untersuchten zahnfarbenen Materialien für festsitzende Implantatprothetik.

tens der Hersteller für konventionelles Befestigen freigegeben sind.

Darüber hinaus sind auch glasfaserinfiltrierte Komposite, bestehend aus 40 % Epoxidharz und 60 % Fiberglas, für die Anfertigung von definitivem implantatgetragenen Zahnersatz verfügbar. Momentan ist dies im Wesentlichen das elfenbeinfarbene *Trinia* (Bicon Europe, Büchenbeuren, Deutschland). Die Biegefestigkeit von *Trinia* ist mit 393 MPa größer als jene der zuvor beschriebenen Polymere. Der E-Modul liegt bei 19 GPa [6]. In der Anwendung ist auch die Herstellung von mehrspannigen Brücken möglich [13]. Eine klinische Studie untersuchte *Trinia* als implantatgetragenes Restaurationsmaterial (10 Brückengerüste mit Kompositverblendung), wobei während des 1-Jahres-Nachkontrollintervalls nur wenige Komplikationen beobachtet wurden [24].

DISKUSSION

Polymerbasierte Werkstoffe können aufgrund der günstigen Kraftweiterleitung in der festsitzenden Implantatprothetik als interessante Alternative zu keramischen oder metallischen Restaurationsmaterialien

gesehen werden. Nichtsdestotrotz fehlen derzeit klinische Studien, die evidenzbasierte Aussagen für ihren Einsatz im zahnärztlichen Alltag zulassen.

Aber auch bei den Keramiken ist ein großer Bedarf für weitere klinische Studien vorhanden [8, 22]. Dies zielt besonders auf die monolithische Anwendung von Zirkoniumdioxidkeramiken ab, die von relevanter Bedeutung ist, da besonders bei implantatgetragenen verblendeten Brücken aus Zirkoniumdioxidkeramik ein erhöhtes Chipping-Risiko beschrieben ist [14, 23].

Bei der monolithischen Anwendung von Zirkoniumdioxidkeramik sind Komplikationen aufgrund der starren Kraftweiterleitung auf das Abutment-Implantat-System denkbar. Ebenso wird ein Einfluss auf das Entstehen von Craniomandibulären Dysfunktionen (CMD) kritisch diskutiert [2], wenn auch generell der Einfluss der Okklusion immer weniger als Risikofaktor für das Entstehen einer CMD angesehen wird [9]. Im Rahmen einer ersten klinischen Studie konnte ein gehäuftes Auftreten von CMD-Symptomen nach einer einjährigen Tragezeit von Brücken aus mono-



Abb. 3a–e: Restaurationen in Zahnfarbe A3 HT: Ti-Base verklebt mit zahnfarbenem Restaurationsmaterial (Hybridkrone) aus **a)** Lithiumdisilikatkeramik (e.max CAD), **b)** Hybridkeramik (Vita Enamic); **c)** Hybridabutment mit Kronen (Try-in-Paste neutral) aus einer **d)** Lithiumdisilikatkeramik (e.max CAD) und **e)** CAD/CAM-Komposit (Grandio blocs)

Fotos (3a–3e): Angelika Rauch

lithischer Zirkoniumdioxidkeramik nicht beobachtet werden [18].

Für die Performance einer implantatprothetischen festsitzenden Versorgung sind neben der Kraftübertragung auch weitere Faktoren entscheidend. Es zeigte sich beispielsweise in Laboruntersuchungen, dass die Stabilität von Kronen aus polymerbasierten Materialien durch das Vor-

handensein von Schraubenkanälen vermindert sein kann [15, 20]. Dies wurde für implantatgetragene Frontzahnbrücken jedoch nicht beobachtet [29]. Auch das Kronen-Implantat-Verhältnis steht immer wieder im Fokus von Untersuchungen, scheint nach aktueller Literatur aber weniger Einfluss auf den Erfolg einer prothetischen Versorgung zu haben [10, 19].

Interessenkonflikte: Die Autoren Dr. Martin Butz, Prof. Dr. Sebastian Hahnel und PD Dr. Angelika Rauch, M.Sc., geben an, dass im Zusammenhang mit diesem Beitrag keinerlei Interessenkonflikte bestehen.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen und Tieren. ■



Foto: Jenny Wullich

→ **DR. MARTIN BUTZ**
Dr. Butz & Partner,
Zahnarztpraxis, München
info@zahnarzt-fuenfhoefe.de



Foto: Stefan Straube/UKL

→ **PROF. DR. SEBASTIAN HAHNEL**
Universitätsklinikum Leipzig, Poliklinik für
Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde
sebastian.hahnel@medizin.uni-leipzig.de



Foto: Ingolf Riemer

→ **PD DR. ANGELIKA RAUCH, M.SC.**
Universitätsklinikum Leipzig, Poliklinik für
Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde
angelika.rauch@medizin.uni-leipzig.de

Literatur:

- Baldissara P, Wandscher VF, Marchionatti AME et al.: Translucency of IPS e.max and cubic zirconia monolithic crowns. *J Prosthet Dent* 2018; 120: 269–275
- Behr M, Proff P, Rosentritt M: Monolithic zirconia: a source of temporomandibular disorders in the future? *Dtsch Zahnärztl Z Int* 2019;10.3238/dzz-int.2019.0057–0059: 57–59
- Delgado-Ruiz RA, Calvo-Guirado JL, Romanos GE: Effects of occlusal forces on the peri-implant-bone interface stability. *Periodontol* 2000 2019; 81: 179–193
- Facenda JC, Borba M, Corazza PH: A literature review on the new polymer-infiltrated ceramic-network material (PICN). *J Esthet Restor Dent* 2018; 30: 281–286
- Glücker C, Rauch A, Hahnel S: Attitude and treatment options in implant-supported prosthetics: A survey among a cohort of German dentists. *J Adv Prosthodont* 2020; 12: 15–21
- Jovanovic M, Zivic M, Milosavljevic M: A potential application of materials based on a polymer and CAD/CAM composite resins in prosthetic dentistry. *J Prosthodont Res* 2020; 10.2186/jpr.JPOR_2019_404.26
- Koenig A, Schmidtke J, Schmöller L et al.: Characterisation of the Filler Fraction in CAD/CAM Resin-Based Composites. *Materials* (Basel) 2021; 14: doi: 10.3390/ma14081986
- Laumbacher H, Strasser T, Knüttel H et al.: Long-term clinical performance and complications of zirconia-based tooth- and implant-supported fixed prosthodontic restorations: A summary of systematic reviews. *J Dent* 2021; 111: doi: 10.1016/j.jdent.2021.103723
- Manfredini D, Lombardo L, Siciliani G: Temporomandibular disorders and dental occlusion. A systematic review of association studies: end of an era? *J Oral Rehabil* 2017; 44: 908–923
- Meijer HJA, Boven C, Delli K et al.: Is there an effect of crown-to-implant ratio on implant treatment outcomes? A systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29 Suppl 18: 243–252
- Niem T, Youssef N, Wöstmann B: Energy dissipation capacities of CAD-CAM restorative materials: A comparative evaluation of resilience and toughness. *J Prosthet Dent* 2019; 121: 101–109
- Parmigiani-Izquierdo JM, Cabana-Munoz ME, Merino JJ et al.: Zirconia implants and peek restorations for the replacement of upper molars. *Int J Implant Dent* 2017; doi: 10.1186/s40729-016-0062-2
- Passaretti A, Petroni G, Miracolo G et al.: Metal free, full arch, fixed prosthesis for edentulous mandible rehabilitation on four implants. *J Prosthodont Res* 2018; 62: 264–267
- Pjetursson BE, Valente NA, Strassling M et al.: A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29 Suppl 16: 199–214
- Preis V, Hahnel S, Behr M, Bein L, Rosentritt M: In-vitro fatigue and fracture testing of CAD/CAM-materials in implant-supported molar crowns. *Dent Mater* 2017; 33: 427–433
- Rauch A, Hahnel S, Günther E et al.: Tooth-colored CAD/CAM materials for application in 3-unit fixed dental prostheses in the molar area: an illustrated clinical comparison. *Materials* (Basel) 2020; 13: doi: 10.3390/ma13245588
- Rauch A, König A: Indirekte Komposite aus klinischer und werkstoffkundlicher Sicht. *Quintessenz* 2020; 71: 116–126
- Rauch A, Pahncke EJ, Hahnel SF et al.: Do monolithic zirconia restorations affect TMD signs and symptoms? Data from a prospective clinical trial after one year of observation. *Int J Prosthodont* 2021; 34: 448–450
- Ravida A, Barootchi S, Alkanderi A et al.: The effect of crown-to-implant ratio on the clinical outcomes of dental implants: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019; 34: 1121–1131
- Rosentritt M, Hahnel S, Engelhardt F et al.: In vitro performance and fracture resistance of CAD/CAM-fabricated implant supported molar crowns. *Clin Oral Investig* 2017; 21: 1213–1219
- Rosentritt M, Kieschnick A, Stawarczyk B: Zahnfarbene Werkstoffe im Vergleich: ZM; 2019, <https://www.zm-online.de/archiv/2019/06/zahnmedizin/zahnfarbene-werkstoffe-im-vergleich/seite/alle/>, letzter Zugriff 08.09.2021
- Sadowsky SJ: Has zirconia made a material difference in implant prosthodontics? A review. *Dent Mater* 2020; 36: 1–8
- Sailer I, Strasding M, Valente NA et al.: A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic multiple-unit fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29 Suppl 16: 184–198
- Seemann R, Marincola M, Seay D et al.: Preliminary results of fixed, fiber-reinforced resin bridges on four 4- x 5-mm ultrashort implants in compromised bony sites: a pilot study. *J Oral Maxillofac Surg* 2015; 73: 630–640
- Silla A, Eichberger M, Stawarczyk B: Restaurationswerkstoff in der modernen Zahnmedizin. Eine Literaturübersicht. *Quintessenz Zahnrecht* 2016; 42: 176–190
- Spies BC, Pieralli S, Vach K: CAD/CAM-fabricated ceramic implant-supported single crowns made from lithium disilicate: Final results of a 5-year prospective cohort study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2017; 19: 876–883
- Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M et al.: Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I. *Quintessenz Int* 2017; 48: 369–380
- Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M et al.: Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part II. *Quintessenz Int* 2017; 48: 441–450
- Zacher J, Bauer R, Strasser T et al.: Laboratory performance and fracture resistance of CAD/CAM implant-supported tooth-coloured anterior FDPs. *J Dent* 2020; 96: doi: 10.1016/j.jdent.2020.103326