

# Keramikimplantate – bewährt für die Praxis?

## Vollkeramik für Enossalpfeiler und Suprastrukturen.

Zum Referat von Dr. Stefan Röhling, Lörrach, auf dem 20. Keramiksymposium.

Implantate aus Titan für den Lückenschluss mit festsitzendem und herausnehmbarem Zahnersatz haben literaturbelegt eine hohe Überlebensrate. Die graue, oxidationsaffine Farbe des Metalls kann dann die rote Ästhetik beeinträchtigen, wenn Alveolarknochen und Weichgewebe im Frontzahnbereich dünn sind (gingivaler Phänotyp 1) und bukkal bzw. labial ein Durchschimmern nicht verhindern können. Implantate aus Titanlegierung enthält freie Elektronen mit einer hohen elektrischen Leitfähigkeit. Dadurch können Titanionen sich im Knochen und im Weichgewebe anlagern (Schliephake 1989). So wurden im Tierexperiment Titanspuren in der Nähe von Titanimplantaten gefunden (Bianco 1996; Meyer 2006), induziert durch eine Makrophagenaktivierung mit der Folge, dass disseminierte Titanpartikel von der Implantatoberfläche ins peri-implantäre Gewebe einwandern und proinflammatorische Zytokine freisetzen (Jacobi-Gresser 2013). Die Prävalenz der Bevölkerung auf Titanallergien ist allerdings mit 0,6 Prozent recht klein (Sicilia 2008). Trotzdem folgen viele Patienten dem Trend, metallfrei behandelt zu werden. So ist aus Untersuchungen von chronisch kranken und immunologisch auffälligen, metallsensiblen Patienten mit Titanimplantaten bekannt, dass Metallionen die Ossifizierung gestört oder im Weichgewebe Verfärbungen und Entzündungen ausgelöst haben (Dörner 2006).

Keramikimplantate, hergestellt aus Zirkoniumdioxid, verfügen über eine gute Osseointegration, d.h. die Pfeiler stehen in direktem funktionellem Knochenkontakt, sorgen für eine stabile Verankerung und vermeiden eine Relativbewegung zwischen Implantat und Knochen. Im Tiermodell lag das Ausdrehmoment über den Messwerten von Titanimplantaten (Sennerby 2005). Bei der Weichgewebsanlagerung konnte kein Unterschied zwischen einteiligen  $ZrO_2$ - und Titan-Implantaten festgestellt werden (Kohal 2004).  $ZrO_2$ -Pfeiler zeigten weniger Weichgewebsentzündungen als Titanpfeiler (Degidi 2006). Die Bakterienbesiedlung auf  $ZrO_2$ -Implantaten war geringer als auch Titan (Scarano, Piatelli 2004). Mit dieser Kondition verursacht der  $ZrO_2$ -Werkstoff eine geringe Plaque-Akkumulation, verfügt über eine ausgeprägte Biokompatibilität und zeigt eine geringere Anfälligkeit für peri-implantäre Entzündungen (**Abb. 1**). Auch die flächenmäßige Ausdehnung bei Peri-Implantitis ist reduziert (**Abb. 2**).

Aufgrund der weißen Eigenfarbe hat  $ZrO_2$  das Potenzial für ästhetische Lösungen. So wurde ermittelt, dass bei einer Mukosadicke von 2 Millimeter ein  $ZrO_2$ -Pfeiler angezeigt ist (Jung 2017; van Brakel 2011). Die Bruchfestigkeit der Enossalpfeiler wurde stetig erhöht (Andreiotelli, Kohal 2009). So sank die Frakturrate im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2017 von 3,4 Prozent auf 0,2 Prozent (Röhling, Schlegel 2018).

Bei der Insertion des Keramikimplantats ist eine Prothetik-gerechte Positionierung von großer Bedeutung (**Abb. 3**). Fehlpositionierungen können nur in einem sehr geringen Ausmaß durch die Prothetik oder durch intraorale Modifikationen des Abutments kompensiert werden. Empfohlen ist deshalb, die Implantatinsertion mit einem prothetischen Set-up zu planen.

# Zirkonoxid Peri-Implantitis

## Aktive und spontane Progression

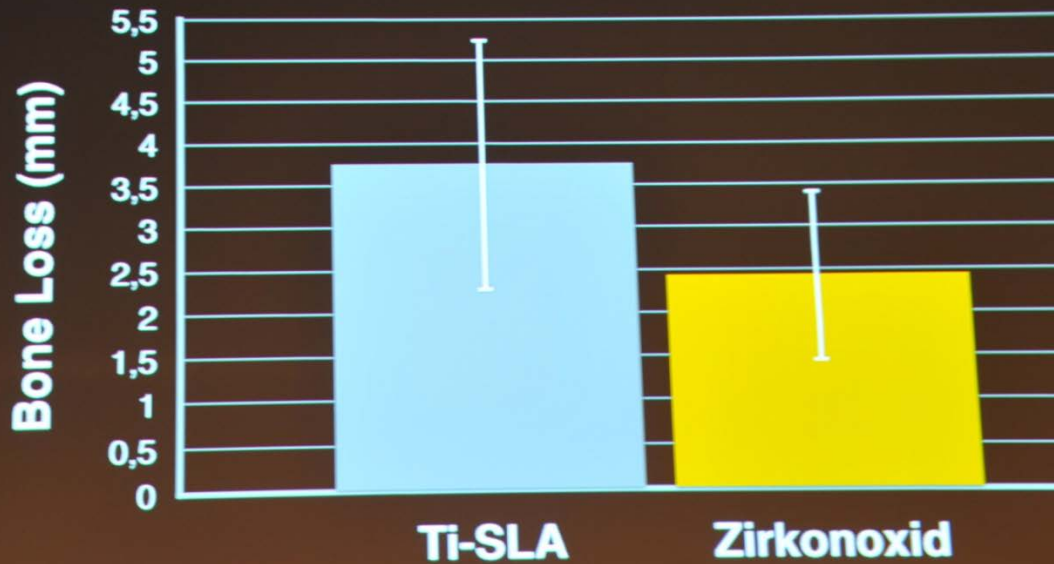


Abb. 1: Keramikimplantate aus Zirkoniumdioxid zeigen eine geringere Entzündungsneigung als Titanimplantate. Quelle: Röhling, Univ. Basel

# Zirkonoxid Peri-Implantitis

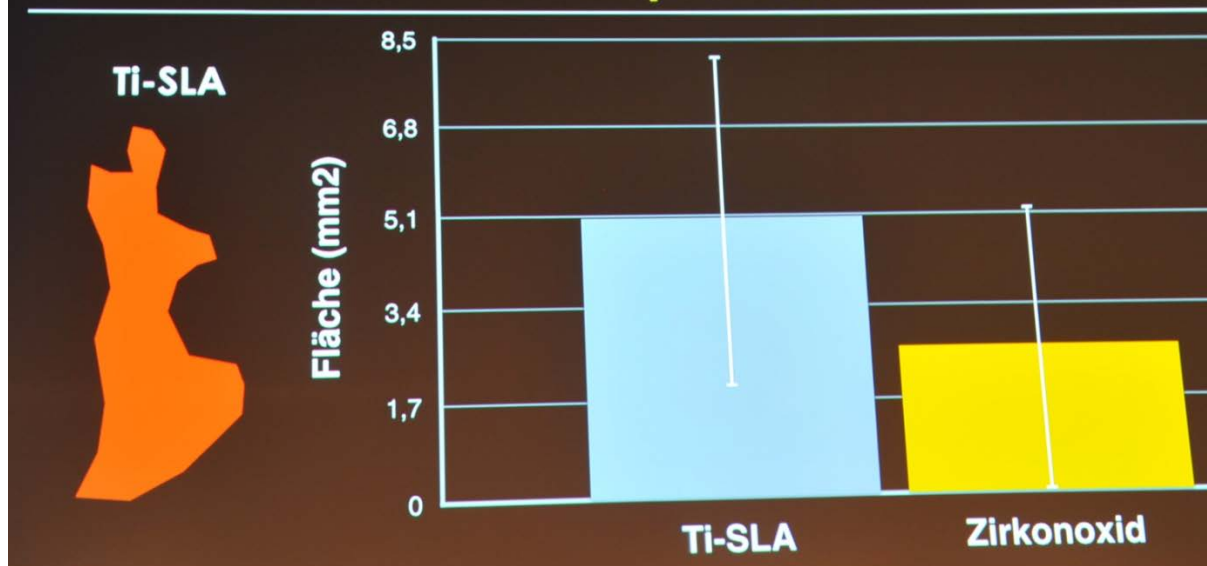


Abb. 2: Die Ausdehnungsfläche von Peri-Implantitis ist bei ZrO<sub>2</sub>-Enossalpfeilern geringer. Quelle: Röhling, Univ. Basel

Aktuelle Übersichtsarbeiten belegen, dass Implantate aus Zirkoniumdioxid mit Einzelkronen und 3gliedrigen Brücken hinsichtlich ihrer Einheilung in den Knochen und der Frakturresistenz Titanimplantaten ebenbürtig sind (Pieralli, Kohal 2017). Frakturen werden bei beiden Implantattypen fast ausschließlich bei Durchmesser-reduzierten Enossalpfeilern oder in Kombination mit herausnehmbarem Zahnersatz beobachtet



*Abb. 3: Mit einteiligen keramischen Implantaten können alle Regionen mit Einzelkronen und dreigliedrigen Brücken versorgt werden. Aufgrund des präfabrizierten Abutments ist die optimale Positionierung für die anschließende Prothetik von zentraler Bedeutung. Dennoch ist die Zementfuge häufig nur erschwert zu instrumentieren.  
Quelle: Kohal*

(Osman Ma 2013). Für einteilige Keramikimplantate liegt eine ausreichende Evidenz vor (**Abb. 4**).

Einteilige Keramikimplantate können mit Einzelkronen und 3gliedrigen Brücken versorgt werden (Pieralli, Kohal 2017). Größere Spannen oder gar herausnehmbarer Zahnersatz auf Keramikimplantaten muss noch als experimentiell bezeichnet werden (Osman, Ma 2014). Bei der Versorgung von Keramikimplantaten mit vollkeramischen Suprastrukturen, auf Kronen und kurzspannige Brücken eingeschränkt, kann mit hohen Überlebensraten gerechnet werden (Spies, Balmer 2017; Spies, Witkowski 2017). Lediglich die hohe Anzahl von Verblendfrakturen (Chippings) auf prothetischen ZrO<sub>2</sub>-Gerüsten trüben das Ergebnis. Auch wenn diese Abplatzungen wenig Einfluss auf die Patientenzufriedenheit zu haben scheinen, kann ihr Ausmaß durch Optimierungen im technischen Verarbeitungsprozess reduziert werden. Monolithische Restaurationen ohne separate Verblendung, z.B. Lithiumdisilikat, weisen deutlich weniger Komplikationen auf (Spies, Pieralli 2017). Neue, transluzente Generationen von Zirkoniumdioxid eignen sich vermutlich für ästhetische und komplikationsärmere Restaurationen. Längerfristige Studien liegen dazu noch nicht vor.

Einteilige Keramikimplantate haben den Vorzug, dass die enossale und prothetische Struktur eine höhere Stabilität hat im Vergleich zu zweiteiligen Keramiksystemen. Die "Einteiligen" haben bereits über dem Implantataufbau einen Kugelkopfanter oder einen Pfostenaufbau für die spätere Aufnahme der Zahnkrone. Beim prothetischen Aufbau können Zementreste peri-implantäre Entzündungen auslösen und zu einer erhöhten biologischen Komplikationsrate führen. Daher müssen Überschüsse konsequent entfernt werden (Wittneben, Millen 2014). Bedingt durch das präfabrizierte Emergenzprofil und das Abutment kann die Lage des prospektiven Kronenrandes bei



Abb. 4: Einteilige Keramikimplantate aus  $ZrO_2$  mit retentiver SLA-Oberfläche für günstige Einheilungsmuster (Pure Ceramic). Quelle: Straumann

einteiligen Keramikimplantaten nur während der Insertion beeinflusst werden. Auch aus diesem Grund sind eine dreidimensionale Planung und eine geführte Insertion (Bohrschablone) empfehlenswert. Kaum vermeidbar ist, dass die Kronenränder beispielsweise im Frontzahnbereich weiter subgingival zu liegen kommen als geplant - und damit Überschüsse schwer instrumentiert werden können. Auch im Molarenbereich sind Zementüberschüsse, bedingt durch die hohe Diskrepanz der Außendurchmesser von Krone und Implantatplattform, schwer zu erreichen. Deshalb ist der Überschuss so gering wie möglich zu halten.

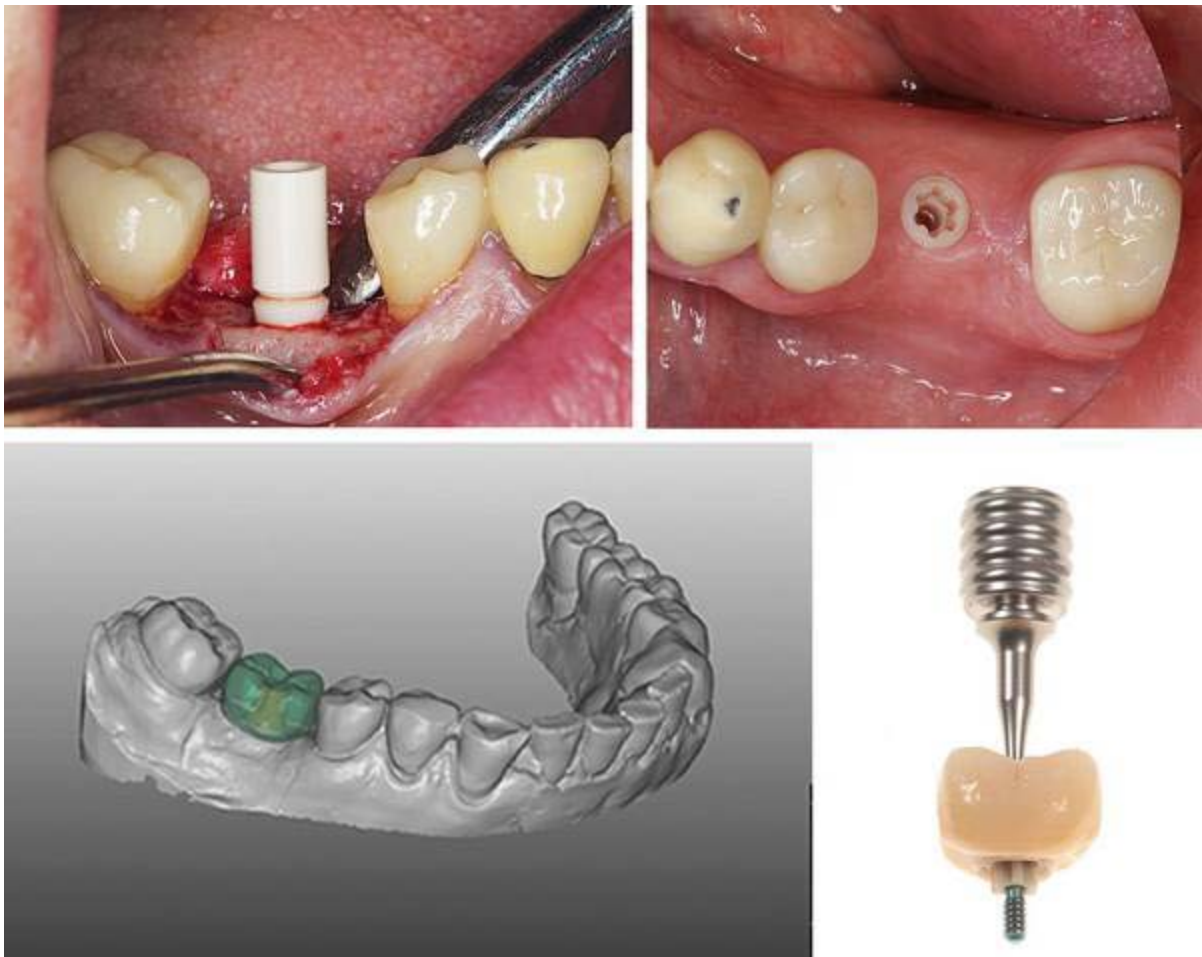
Unabhängig vom gewählten Befestigungsmaterial (adhäsiver Zement oder modifizierter Glasionomerezement) oder vom Kronenwerkstoff (Lithiumdisilikat oder  $ZrO_2$ ) ist eine Vorzementierung auf ein Laboranalog oder ein palatinal gelegtes Abflussloch in der Krone geeignet, den Zementüberschuss zu reduzieren (Zaugg, Zehnder 2018).

In Laborstudien wurde festgestellt, dass die Stabilität von Kronen aus polykristallinen Keramiken (Zirkoniumdioxid, Aluminiumoxid) auf einteiligen Implantaten nicht vom Zement abhängig ist. Kronen aus Lithiumdisilikat profitieren von einer adhäsiven oder selbst-adhäsiven Zementierung. Für die Befestigung von Hybridkeramikronen gibt es bisher wenig Erfahrungswerte. Hohe Retentionswerte wurden in vitro mit Zementen erreicht, die Phosphatmonomer (MDP) enthalten (Rohr, Brunner 2018). Adhäsive und selbst-adhäsive Befestigungssysteme sind ebenfalls geeignet.

Hybridkeramik mit niedrigem E-Modul ist möglicherweise in der Lage, im Sinne eines "Puffereffekts" das fehlende Parodont osseointegrierter Implantate zu kompensieren.

Für die Spekulation, dass die sinnvoll erscheinende Pufferwirkung weniger Knochenverlust auslöst, gibt es aber bis dato keinen wissenschaftlichen Nachweis.

Bei Keramikimplantaten bleibt abzuwarten, wie sich zweiteilige Systeme bewähren. Sie erfordern eine separates Abutment, das sorgfältig mit dem Implantat verklebt werden muss. Trotz eines wachsenden Produktangebots gibt es bisher keine Evidenz. Dennoch ist unabdingbar, die "Zweiteiligkeit" in der vollkeramischen Implantologie voranzutreiben. Helfen die o.g. Zementierungstechniken Überschüsse zu verringern, können diese bei zweiteiligen Implantaten weitgehend vermieden werden. Ferner erweitern zweiteilige Implantate das Indikationsspektrum; sie erleichtern die Verwendung digitaler Technologien und sind einfacher und flexibler in den Workflow zu integrieren **Abb. 5**). Der Weg des vollständig metallfreien Pendants zum aktuellen Titan-Implantat (zweiteilig verschraubt, Implantat-Abutment-Verbindung auf Knochenniveau) wird mittelfristig noch von Zwischenlösungen - etwa mit der Implantat-Abutment-Verbindung auf Schleimhautniveau - besetzt werden.



*Abb. 5: Zweiteilige Keramikimplantate helfen Zementreste gänzlich zu vermeiden und erleichtern die Verwendung digitaler Technologien, beispielsweise zur Abformung. Wie in diesem Beispiel liegt die Schnittstelle zwischen Implantat und Abutment häufig auf Schleimhaut-Niveau. Für die Verschraubung wird bei diesem System auf eine Titan-Schraube zurückgegriffen. Quelle: Beuer*

Keramikimplantate verursachen in der Regel höhere Kosten. Zirkoniumdioxid als Hochleistungskeramik ist bei der Herstellung und Bearbeitung kostenintensiver als Titan. Die verfügbaren, standardisierten Fertigungsverfahren sind verantwortlich,

dass langsamer produziert wird. Besonders die Oberflächengestaltung und Optimierung, die für die Stabilität der Keramik und die Osseofizierung verantwortlich ist, ist ein kostentreibender Faktor. Wie bei jeder Implantation setzt die Diagnostik und Planung sowie vor allem das Inserieren des Implantats höchste Sorgfalt und Präzision voraus. Bei Keramikimplantaten werden wegen des sensiblen Werkstoffs höhere Anforderungen an den Behandler gestellt. Hier können zusätzliche Aufwendungen für spezielle Diagnostikverfahren, z.B. das DVT-Röntgen, die Gesamtkosten erhöhen.

Fazit:

Die Überlebensrate von einteiligen Implantaten aus  $ZrO_2$  erreichte nach 5 Jahren 95,4 Prozent (Pieralli 2017). Der Knochenabbau um die  $ZrO_2$ -Implantate betrug durchschnittlich 0,8 Millimeter nach 12 Monaten. Eine andere Studie ermittelte nach 5 Jahren eine Überlebensrate von 97,6 Prozent (Jung, Pieralli 2017). Einteilige  $ZrO_2$ -Implantate erzielten einen guten Knochenkontakt; ihre Anwendung ist besonders bei einer seichten Mukosakonfiguration angezeigt.  $ZrO_2$ -Implantate sind vorteilhaft im Bezug auf die geringe Bakterienadhäsion, die Weichgewebsanlagerung und ermöglichen besonders ästhetische Therapielösungen.

*Manfred Kern, Wiesbaden  
AG Keramik Schriftführung*

Dieser Artikel basiert auf folgendem Bericht und Vorträgen:

Dr. B. Spies, Prof. Dr. F. Beuer: „Keramikimplantate: Evidenzbasiert oder experimentell?“ Zahnärztl Mitt 2018; 12: 30-36.

Dr. S. Röhling: Keramikimplantate – wissenschaftliche Grundlagen und klinische Evidenz. Referat auf dem ITI-Symposium, 16.03.2018, Bonn.

Prof. Dr. J.R. Strub, Anwenderseminar Update Keramikimplantate, 24.01.2018, Siegburg.

Literatur:

Andreiotelli M, Kohal RJ: Fracture strength of zirconia implants after artificial aging. Clin Implant dent relat Res 2009; 11(2): 158-166

Balmer M, Spies B, Vach K, Kohal RJ, Hämmerle CH, Jung RE: Three-year analysis of zirconia implants used for single-tooth replacement and three-unit fixed dental prostheses - A prospective multicenter study. Clin Oral Implant Res 2018; 29(3): 290-299

Bianco PD, Ducheyne P, Cuckler JM: Titanium serum and urine levels in rabbits with a titanium implant in der absence of wear. Biomaterials 1996; 17(20): 1937-1942

van Brakel R, Noordmans HJ, Frenken J, de Roode R, de Wit GC, Cune MS: The effect of zirconia and titanium implant abutments on light reflection of the supporting soft tissue. *Clin Oral Implants Res* 2011; 22(10): 1172-1178

Degidi M, Artese L, Scarano A, Perotti V, Gehrke P, Piatteli A: Inflammatory infiltrate, microvessel density, nitric oxide synthase expression, vascular endothelial growth factor expression, and proliferative activity in peri-implant soft tissues around titanium and zirconium oxide healing caps. *J Periodontol* 2006; 77(1): 73-80

Doerner T, Haas J, Loddenkemper C, von Baehr V, Salama A: Implant-related inflammatory. *Nat Clin Pract* 2006; 2(1): 53-56

Jacobi-Gresser E, Huesker K, Schuett S: Genetic and immunological markers predict titanium implant failure – A retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2013; 42(4): 537-543

Jung RE, Pieralli S, Kohal RJ, Vach K, Spies B: Clinical outcomes of zirconia dental implants – A systematic review. *J Dent Res* 2017; 96(1): 38-46

Osman RB, Ma S: Prosthodontic maintenance of overdentures on zirconia implants - 1-year results of a randomized controlled trial. *International Journal of Prosthodontics* 2014; 27(5): 461–468

Osman RB, Ma S, Duncan W, De Silva RK, Siddiqi A, Swain MV: Fractured zirconia implants and related implant designs - Scanning electron microscopy analysis. *Clinical Oral Implants Res* 2013; 24(5): 592–597

Roehling S, Schlegel KA, Woelfler H, Gahlert M: Zirconia compared to titanium dental implants in preclinical studies - A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2019; 30(5): 365-395

Roehling S, Schlegel KA, Woelfler H, Gahlert M: Performance and outcome of zirconia dental implants in clinical studies: A meta analysis. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29 Suppl 16: 135-153

Roehling S, Gahlert M, Janner S, Meng B, Woelfler H, Cochran DL: Ligature-induced peri-implant bone loss around loaded zirconia and titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019; 34(2): 357-365

Roehling S, Schlegel KA, Woelfler H, Gahlert M: Performance and outcome of zirconia dental implants in clinical studies – A meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29 Suppl 16: 135-153

Roehling S, Woelfler H, Hicklin S, Kniha H, Gahlert M: A retrospective clinical study with regard to survival and success rates of zirconia implants up to and after 7 years of loading. *Clin Implant Dent Res* 2016; 18(3): 545-558

Rohr N, Brunner S, Martin S, Fischer J: Influence of cement type and ceramic primer on retention of polymer-infiltrated ceramic crowns to a one-piece zirconia implant. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2018; 119(1): 138–145

Rohr N, Martin S, Fischer J: Correlations between fracture load of zirconia implant supported single crowns and mechanical properties of restorative material and cement. *Dental Materials Journal* 2018; Mar 30;37(2): 222-228

Schliephake H, Neukam FW: Periodontal damage to third molars prior to transplantation – A histometric study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1989; 18(1): 55-58

Sennerby L, Persson LG, Berglundh T, Wennerberg A, Lindhe J: Implant stability during initiation and resolution of experimental periimplantitis – An experimental study in the dog. *Clin Implant Dent Res* 2005; 7(3): 130-140

Scarano A, Piattelli M, Piattelli A, Degidi M: Histologic evaluation of an immediately loaded titanium implant retrieved from a human after 6 month in function. *J Oral Implantol* 2004; 30(5): 289-296

Sicilia A, Cuesta S, Coma G, Arregui I, Guisasola C, Ruiz E, Maestro A: Titanium allergy in dental implant patients – A clinical study on 1500 consecutive patients. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19(8): 823-835

Spies B, Balmer CM, Jung RE, Sailer I, Vach K, Kohal RJ: All-ceramic, bi-layered crowns supported by zirconia implants - Three-year results of a prospective multicenter study. *Journal of Dentistry* 2017; 67: 58–65

Spies, B, Kohal RJ, Balmer CM, Vach K, Jung RE: Evaluation of zirconia-based posterior single crowns supported by zirconia implants - Preliminary results of a prospective multicenter study. *Clinical Oral Implants Res* 2017; 28(5): 613–619

Spies B, Maass ME, Adolfsson E, Sergio V, Kiemle T, Berthold C, Gurian E, Fornasaro S, Vach K, Kohal RJ: Long-term stability of an injection-molded zirconia bone-level implant - A testing protocol considering aging kinetics and dynamic fatigue. *Dental Materials* 2017; 33(8): 954–965

Spies B, Patzelt SB, Vach K, Kohal RJ: Monolithic lithium-disilicate single crowns supported by zirconia oral implants - Three-year results of a prospective cohort study. *Clinical Oral Implants Res* 2016; 27(9): 1160–1168

Spies B, Pieralli S, Vach K, Kohal RJ: CAD/CAM-fabricated ceramic implant-supported single crowns made from lithium disilicate - Final results of a 5-year prospective cohort study. *Clinical Implant Dentistry and Related Res* 2017; 19(5): 876–883

Spies B, Witkowski S, Vach K, Kohal RJ: Clinical and patient-reported outcomes of zirconia-based implant fixed dental prostheses - Results of a prospective case series 5 years after implant placement. *Clinical Oral Implants Research* 2018; 29(1):91-99

Wittneben JG, Millen C, Bragger U: Clinical performance of screw versus cement-retained fixed implant-supported reconstructions -- A systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* 2014; 29 Suppl: 84–98

Zaugg L, Meyer KS, Rohr N, Zehnder I, Zitzmann N: Fracture behavior, marginal gap width, and marginal quality of vented or pre-cemented CAD/CAM all-ceramic crowns luted on Y-TZP implants. *Clinical Oral Implants Res* 2018; 29(2):175-184



Zaugg L, Zehnder I, Rohr N, Fischer J, Zitzmann N: The effects of crown venting or pre-cementing of CAD/CAM-constructed all-ceramic crowns luted on YtZ implants on marginal cement excess. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29(1): 82-90