

**Kurzbericht zur 275. Veranstaltung des
Gnathologischen Arbeitskreises Stuttgart**

Alles über Keramikimplantate

Ort: Steigenberger Graf Zeppelin Stuttgart

Datum: 19.03.2025

Referent: Dr. Jens Tartsch, Zürich, Schweiz

Moderator: Dr. Frank-Michael Maier

Protokollanten: Christian Hüber und Amaya Ansari

**Keramikimplantate –
wissenschaftliche Hintergründe und klinische Anwendung**

Es liegen bereits **vierversprechende Kurz- und mittelfristige Daten** zum erfolgreichen Einsatz von Keramikimplantaten vor. Allerdings mangelt es an langfristigen Daten und daher **fehlen noch umfassende Erkenntnisse aus dem allgemeinen praktischen Umgang mit Keramikimplantate**. Daher werden in diesem Vortrag **Möglichkeiten und Grenzen des Materials Zirkonoxid**, der fachgerechte Umgang, Beachtung der systemspezifischen Anforderungen und Unterschiede, sowie die **Auswahl der richtigen Indikation und Konzepte** vorgestellt.

Dr. Jens Tartsch: Seine Schwerpunkte liegen in der Implantologie mit Keramikimplantaten und den immunologischen Aspekten in der Zahnheilkunde. Er ist ein in Fachkreisen anerkannter nationaler und internationaler Referent und Autor für das Thema metallfreie Implantologie und Immunologie in der Zahnheilkunde. Weiter ist er Gründer und Präsident der European Society for Ceramic Implantology ESCI, 1. Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Umweltzahnmedizin DEGUZ und Vorstandsmitglied der Swiss Society for Anti-Aging Medicine and Prevention – SSAAMP.

Keramikimplantate – Innovation, Funktion & Ästhetik

Wurden anfänglich noch grundlegende Aspekte wie Frakturanfälligkeit, Oberflächentopographie oder Osseointegration diskutiert, rücken heutzutage zunehmend ästhetische, biologische und vor allem prothetische Fragestellungen in den Vordergrund. Zeigen Keramikimplantate **biologische Vorteile** im Vergleich zu Titanimplantaten bzw. gibt es Periimplantitis bei Keramikimplantaten? Wie verhält sich die **Rot-/Weis-Ästhetik**? Wie verlässlich sind verschraubte Verbindungen bei zweiteilig Keramikimplantatsystemen? Gibt es **Limitationen im klinischen Einsatz**?

PD Dr. Röhling – Pionier auf dem Gebiet moderner Keramikimplantate, arbeitet gemeinsam mit Privatdozent Dr. Gahlert an der Entwicklung von Keramikimplantaten. Seit 2006 führt er Studien in diesem Bereich durch und veröffentlicht die Ergebnisse in internationalen Fachmedien. Ein weiterer Schwerpunkt seiner Arbeit sind schwierige oralchirurgische Eingriffe.

Die Architektur keramikimplantatgestützter Rehabilitationen

Dieser Vortrag erörtert das architektonische Design und die funktionelle Integration von Keramikimplantaten und konzentriert sich dabei auf die **biomechanischen Eigenschaften, Materialvorteile und das langfristige Potential im klinischen Einsatz**. Wir besprechen die verbesserte Osseointegration, Minimierung von Immunreaktion. Und die Patientenzufriedenheit bezüglich der prothetischen Rehabilitation.

Prof Dr André Chen graduated in 2004 from the University of Lisbon in Portugal and received his PhD in oral surgery and medicine from the same university. He currently works in oral surgery and implant dentistry at the university's Faculty of Dental Medicine. He does re- search in implantology, dental surgery, and oral and maxillofacial surgery, and his current project is implant aesthetic protocols. He is co-founder and director of the implantology and oral surgery department of International Advanced Dentistry in Lisbon and an oral surgery specialist at the OMD College of Portugal. He serves on the board of directors of the European Society for Ceramic Implantology.

Warum Keramikimplantate?

Die Hauptargumente für Keramikimplantate bestehen im Patientenwunsch, sowie gewisser klinischer Vorteile gegenüber Titanimplantaten im Sinne eines geringeren Risikos für Periimplantitis und einer besseren Rot-/Weiß-Ästhetik.

Keramikimplantate sind heutzutage kein Nischenprodukt mehr, sondern klinische Realität. Die Indikation für Keramik- und Titanimplantate ist abhängig von der klinischen Ausgangssituation. Limitationen für Keramikimplantate sind im Gegensatz zu Titanimplantaten beispielsweise eine prothetische „All Arch“- Versorgung nach der „All-on-4/ All-on-6“ Methode sowie abgewinkelte Abutments und Anhänger-konstruktionen. Da erfahrungsgemäß ein Großteil der Patienten mit einem Implantat für den Ersatz von Einzelzähnen versorgt wird, kann der Indikationsbereich mit Keramikimplantaten als relativ hoch eingeordnet werden.

Die Voraussetzung für vorhersehbare und langfristig zuverlässige Behandlungsergebnisse sind chirurgische und prothetische Behandlungsprotokolle.

Patientenwunsch:

Patienten bevorzugen intuitiv Keramik gegenüber Titan um den Faktor 4 (Gahlert, et al., 2018). Im aktuellen Informationszeitalter können sich Patienten durch die Anwendung digitaler Medien wie Google oder auch ChatGPT über dentale Implantate informieren. Auf der Informationssuche werden die Patienten auf Komplikationen wie Periimplantitis, oder auch neben Titan-, auf Keramikimplantate aufmerksam.

Ästhetik

Die bessere Ästhetik von Keramikimplantaten gegenüber Titanimplantaten zeigt sich durch ein schwächeres Durchschimmern des Implantats durch die Gingiva und geringere Schleimhautrezessionen (Fenner, et al., 2016).

Mit dem Pink Esthetic Score (PES) kann das periimplantäre Weichgewebe um Einzelzahnimplantate reproduzierbar bewertet werden. Somit kann das Ergebnis verschiedener chirurgischer oder prothetischer Protokolle objektiv beurteilt werden. (Fürhauser, et al., 2005)

Individuelle Zirkonia (Copy)-Abutments zur Sofortversorgung von Implantaten im ästhetischen Bereich zeigen mittels des Pink Esthetic Scores langfristig zufriedenstellende ästhetische Ergebnisse (Fürhauser, et al., 2017).

Materialeigenschaften

Die Referenten erwähnten bezüglich der Materialeigenschaften die S3-Leitlinie „Keramikimplantate“, weshalb im Folgenden einige Auszüge zitiert werden.

Das erste Keramikimplantat, das Tübinger Sofort-Implantat nach Prof. Willi Schulte, bestehend aus Aluminiumoxidkeramik (Al_2O_3), wurde erstmals am Menschen 1975 eingesetzt. Die hohen frühen Verlustraten lassen sich durch die relativ glatte Oberfläche der Keramik sowie durch das Fehlen von retentiven Strukturen wie einem entsprechenden Gewinde erklären. Eine reduzierten Primärstabilität des Implantats während der Einheilung war die unbefriedigende Folge. (Gomez-Roman, et al., 2009)

Zirkoniumdioxid (ZrO_2) wurde zunächst in der Orthopädie als Material für Gelenkköpfe von Totalendoprothesen der Hüftgelenke (Hüft-TEPs) eingesetzt (Christel, 1989).

Im Jahr 2001 wurde Zirkoniumdioxid in die Zahnheilkunde eingeführt und ist heute der Standardwerkstoff für dentale Keramikimplantate. „Im Vergleich mit seinem Vorgänger aus Aluminiumoxid weist es deutlich vorteilhaftere Materialeigenschaften auf, die denen von Titanimplantaten in vielen Aspekten (hohe Biegefestigkeit (900-1200 MPa), Risszähigkeit (6-9 MPa), Knochen-Implantat-Kontakt, Beeinflussung umliegenden Weichgewebes) ähnlich sind und gleichkommen (Piconi & Maccauro, 1999).“

„Yttrium-stabilisiertes tetragonales polykristallines Zirkoniumdioxid (Y-TZP) ist aufgrund seiner besonderen mechanischen Eigenschaften die am häufigsten verwendete Variante (Zhang & Lawn, 2018). Aufgrund der überlegenen biomechanischen Eigenschaften im Vergleich zu Al_2O_3 , erfüllen Zahnimplantate aus Zirkonoxid die materialspezifischen Voraussetzungen, um den Kaukräften in der Mundhöhle standzuhalten (Andreiotelli & Kohal, 2009) (Silva, et al., 2009).“

„Die heute kommerziell erhältlichen Keramikimplantate bestehen nahezu ausnahmslos aus Zirkoniumdioxid (Zirkonoxid, ZrO_2), wobei umgangssprachlich oftmals fälschlicherweise die Begriffe Zirkonium oder Zirkon verwendet werden.“

„Zirkon wird während seiner Verarbeitung mit einer mikrokristallinen Struktur zu einer vollständigen Keramik durchoxidiert: das bedeutet, dass der Sauerstoff bzw. das Oxid ein fester Bestandteil des Festkörpers geworden ist und physikalisch betrachtet ein völlig anderer Werkstoff als das Metall Zirkonium ist. Bei Zirkonoxid handelt es sich um ionische (ca. 70%) und kovalente (ca. 30%) Bindungen (keine Metallische Bindung). Aus diesem Grund gehören Keramiken in die Gruppe der nicht metallischen Werkstoffe, obwohl sich in der Bezeichnung „Zirkoniumdioxid“ der Begriff „Zirkonium“ befindet. Diese Tatsache muss auch bei der Interpretation von Studien berücksichtigt werden, die durch unterschiedliche Analysemethoden an der Oberfläche und in der Umgebung von Zirkonoxidimplantaten die Elemente „Zirkonium“ und „Titan“ nachgewiesen haben (He, et al., 2020) (Zhang & Lawn, 2018).“

Im Metall werden die freien Elektronen für Wärme- und elektrische Leitfähigkeit, sowie Korrosion des Materials verantwortlich gemacht. Da Zirkoniumdioxid eine neue Werkstoffklasse mit ionischer Bindung und somit lokalisierten Elektronen darstellt, besteht hier keine elektrische Leitfähigkeit.

Glasinfiltrierte Aluminiumoxid- und einige Zirkonoxide scheinen in feuchter Umgebung sehr anfällig für unterkritisches Risswachstum zu sein. Zirkonoxidkeramiken mit einem Aluminiumoxidgehalt von 0,25 Gew.-% wiesen jedoch die höchste Initialfestigkeit und die günstigste Langzeitfestigkeit auf und sollten daher für Kronen- und Brückenrestaurationen geeignet sein. (Tinschert, et al., 2006)

„Die Zirkoniumdioxid-Strukturen sind durch drei Kristallformen gekennzeichnet: monoklin, kubisch und tetragonal. Die so genannte Phasentransformation beschreibt den Übergang einer bruchsischeren Phase (tetragonale Phase) in eine bruchanfälligeren Phase (monokline Phase). Diese Umwandlung ist mit einer Volumenexpansion verbunden und kann die Ausbreitung von mechanisch bedingten Mikrorissen im Materialgefüge stoppen (so genannter „fracture toughening“ Mechanismus). Um jedoch einer aus biomechanischer Sicht nachteiligen ungewollten Phasentransformation vom tetragonalen zum monoklinen Zustand entgegenzuwirken, wurde neben einer Korngrößenreduktion auf 400nm, 2-3 Vol.-% stabilisierendes Yttrium-Oxid dotiert (Kunrath, et al., 2021).“

„Durch die zusätzliche Dotierung von Aluminiumoxid (Volumenanteil von 20%) werden die Materialeigenschaften von TZP weiter, hin zu einer Biegefestigkeitszunahme auf 2000 MPa (Titan: 400 MPa) gesteigert und geben der neuesten Zirkonoxid-Generation den Namenszusatz „Aluminium gehärtetes Zirkonoxid (ATZ)“. Sowohl bei Y-TZP als auch bei ATZ wird eine im feuchten Milieu langsam voranschreitende Phasenumwandlung von tetragonal zu monoklin, auch genannt Alterung, sehr unwahrscheinlich und daher spielen Alterungsprozesse von keramischen Zahnimplantaten eine eher untergeordnete klinische Rolle (Schneider, et al., 2008) (Monzavi, et al., 2020).“

„Bisherige in-vitro Untersuchungen haben gezeigt, dass bei Zirkonoxid-Zahnimplantaten der Grad der Phasenumwandlung von tetragonal zu monoklin mit steigender Alterungsdauer zwar zunimmt, jedoch wird die biomechanische Ermüdungsfestigkeit von ZrO₂-Zahnimplantaten dadurch nicht negativ beeinflusst (Monzavi, et al., 2020) (Chevalier, et al., 2011).“

Eine Art „Selbstheilung“ ist somit bei Zirkonoxidkeramiken möglich, allerdings nicht bei Aluminiumoxidkeramiken.

Periimplantitis

Die Prävalenz einer Periimplantitis scheint etwa 10 % bei Implantaten und 20 % bei Patienten im Zeitraum von 5 bis 10 Jahre nach der Implantation zu liegen (Mombelli, et al., 2012). Implantate mit mäßig rauer Oberfläche scheinen mit einer geringeren Prävalenzrate verbunden zu sein (Rakic, et al., 2018).

Außerdem scheint es so, dass transmukosale Implantatoberflächen mit einer höheren Oberflächenrauigkeit/freien Oberflächenenergie die Biofilmbildung erleichtern (Teughels, et al., 2006).

Die typische wannenförmige Osteolyse bei Periimplantitis wird versucht durch Bakterientheorie und Fremdkörpertheorie zu erklären (Karoussis & Lang, 2024)

Es besteht die Vermutung, dass die Plaqueakkumulation und damit das Risiko einer Periimplantitis bei Keramikimplantaten verglichen mit Titanimplantaten geringer ist (Webber, et al., 2021).

Hinweise hierzu ergaben sich bisher nur bei in-vitro und tierexperimentellen Studien:

Zirkonoxid-Implantatoberflächen zeigten nach 72-stündiger Inkubation in einem experimentellen anaeroben Durchflusskammermodell im Vergleich zu Titan-Implantatoberflächen eine statistisch signifikante Verringerung der Bildung von Biofilmen bei menschlichen Plaques (Roehling, et al., 2017).

Weiterhin gibt es Hinweise für eine reduzierte ligaturinduzierte Entzündung und Knochenverlust bei Zirkonoxid-ZLA-Implantaten im Vergleich zu Titan-SLA-Implantaten im Hundemodell (Roehling, et al., 2019).

Zirkonoxidimplantate der ersten Generation zeigten niedrige Gesamtüberlebens- und Erfolgsraten. Die ausgewerteten klinischen und radiologischen Parameter entsprachen denen von gesundem periimplantärem Gewebe. Darüber hinaus waren nichtfrakturierte Implantatausfälle nicht mit periimplantären Infektionen assoziiert (Roehling, et al., 2016).

Die Immunantwort des Wirts kann für den Erfolg von Zahnimplantaten bedeutend sein. Labormarker im Zusammenhang mit der IL-1- und TNF- α -Signalgebung sind signifikant mit dem Erfolg von Titanimplantaten assoziiert (Jacobi-Gresser, et al., 2013).

Erkenntnisse über die Freisetzung von Titanpartikeln, der sogenannten Tribokorrosion, deuten auf den potentiellen Einfluss von Biomaterialien an den Implantat- oder Knochengrenzflächen hin, welche die Pathogenese des periimplantären Knochenschwunds beeinflussen könnte (Fretwurst, et al., 2018) (Straub, et al., 2001).

Aus Zahnimplantaten freigesetztes Titan kann im menschlichen Unterkieferknochen und Knochenmarkgewebe nachgewiesen werden, und die Verteilung von Titan im menschlichen Knochen stand in Zusammenhang mit der Entfernung zum Implantat (He, et al., 2016).

Lyopolysaccharide hemmen die Korrosion von Titan (Grad 2, 4 und 5) in stark sauren Umgebungen, die für Stellen mit mechanisch unterstützter Spaltkorrosion repräsentativ sind. In leicht sauren und neutralen Umgebungen, die für Stellen mit periimplantärer Entzündung repräsentativ sind, beschleunigt LPS hingegen die Korrosion. Klinisch sind diese Befunde von großer Bedeutung für Haut- und Schleimhautimplantate, bei denen die Bildung eines oberflächlichen Biofilms implizit vorliegt. (Yu, et al., 2015).

Eine retrospektive Querschnittsstudie lieferte Hinweise für einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem positiven TiO_2 -Stimulationstest und Periimplantitis (Stolzer, et al., 2023). In einer Fall-Kontroll-Studie zeigten allerdings die Parameter der TiO_2 -Sensibilisierung durchweg keinen Zusammenhang mit klinischen Symptomen einer Periimplantitis (Sahrman, et al., 2024).

Aufgrund der heterogenen Studienlage kann der Wert einer präventiven Allergietestung im Sinne eines „Screenings“ ohne anamnestische Beschwerden nicht evidenzbasiert empfohlen werden

Osseointegration

Die Geometrie oder Oberflächentopografie des Implantats ist kein entscheidender Faktor für die Entstehung des ersten Knochenimplantatkontaktes (fBIC). Basierend auf der mittleren DIB (Abstand zwischen Implantatschulter und fBIC) kann spekuliert werden, dass die Anpassung der biologischen Breite der Stimulus für die Bildung der fBIC ist. (Rohr, et al., 2021)

Es gibt weitere Untersuchungen, die darauf hinweisen, dass individuell angefertigte Zirkonoxidimplantate in gleichen Maße osseointegrieren, wie individuell angefertigte Kontrollimplantate aus Titan und die gleichen Dimensionen des periimplantären Weichgewebe aufweisen (Kohal, et al., 2004).

In einem systematischen Review konnte nachgewiesen werden, dass eine gesteigerte Oberflächenmikrorauheit mit einer schnelleren und stabileren Osseointegration assoziiert ist und dass mikrorauere Zirkonoxidimplantate eine ähnliche osseointegrative Kapazität wie mikrorauere Titanimplantate aufweisen (Roehling, et al., 2019).

Mit einem neuen zweiteiligen vollkeramischen Implantatsystem (Zeramex-Implantate der ersten Generation, Dentalpoint AG, Zürich, Schweiz) war der Ersatz einzelner Zähne im Seitenzahnbereich möglich. Misserfolge waren auf aseptische Lockerungen zurückzuführen (Cionca, et al., 2015).

Eine erhöhte Gefahr für fehlende Osseointegration stellt ein gefährlicher Temperaturanstieg der periimplantären Kortikalis bei der Insertion eines Keramikimplantats dar. Somit sollte das Risiko frühzeitiger Implantatverluste durch eine sehr langsame Insertionsgeschwindigkeit möglichst geringgehalten werden (Zipprich, et al., 2019) (ERIKSSON & ALBREKTSSON, 1984). Schließlich sollten Keramikimplantate nie mit mehr als 35 Ncm Drehmoment und immer per Hand inseriert werden.

Überlebensrate

Klinische Studien zu modernen Keramikimplantaten über Nachbeobachtungszeiträume von bis zu 7 Jahren, zeigen ähnliche Erfolgsraten wie Titanimplantate:

Es konnte gezeigt werden, dass durch optimierte Herstellungsverfahren die Frakturanfälligkeit von Zirkonoxidimplantaten zwischen 2004 und 2020 von 3,4% auf 0,2% verringert werden konnte:

Die Überlebensrate von Zirkonoxid-Zahnimplantaten betrug 95,6 % nach 12 Monaten und danach einen erwarteten Rückgang von 0,05 % pro Jahr (0,25 % nach 5 Jahren) (Pieralli, et al., 2017).

Einteilige CA-Zirkoniumoxid-Implantate zeigten im Vergleich zu veröffentlichten Daten für Titanimplantate ähnliche mittlere Überlebensraten nach 1 und 2 Jahren (Roehling, et al., 2018).

In einer prospektiven randomisierten Pilotstudie zeigten sich nach 80 Monaten klinischer Anwendung keine signifikanten Unterschiede zwischen den klinischen Ergebnissen zweiteiliger Zirkonoxid- und Titanimplantate anhand der oben genannten Parameter (Koller, et al., 2020).

Implantatsysteme

Einteilige Implantatsysteme:

Die Anwendung einteiliger Keramikimplantate auf Zirkoniumdioxidbasis lässt sich als valide Behandlungsoption einstufen.

In einer klinisch-prospektiven 3-Jahresstudie wurde ein Implantatüberleben bei mit Einzelkronen und Implantat-getragenen Brückenzahnersatz versorgten einteiligen Keramikimplantaten auf Zirkoniumdioxidbasis von 98,5% errechnet (Balmer, et al., 2018).

In einer anderen Studie wurde eine 5-Jahres-Überlebensrate von einteiligen Zirkonoxidimplantaten mit Einzelzahnkronen und Brückenversorgungen als Suprakonstruktion von 98,4 % angegeben (Balmer, et al., 2020).

Zweiteilige Implantatsysteme:

Das Evidenzniveau bei zweiteiligen kommerziell erhältlichen Keramikimplantat-Systemen ist weiterhin gering und eine abschließende Bewertung für den klinischen Langzeitnutzen im Vergleich zum Titanimplantat als Goldstandard nicht möglich. Die entsprechende Aufklärung des Patienten stellt hier eine besondere Notwendigkeit dar.

„In einem systematischen Review konnte nachgewiesen werden, dass ein einteiliges Implantatdesign gegenüber einem zweiteiligen Implantatdesign keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebensraten hatte (Roehling, et al., 2018).

Eine Meta-Analyse zeigte das bei implantatgetragene Einzelkronen (SCs) sowohl Metall- als auch Keramikabutments mit internen und externen Verbindungen hohe Überlebensraten aufwiesen. Auch implantatgetragene festsitzende Zahnprothesen (FDPs) mit Metallabutments mit internen und externen Verbindungen zeigten hohe Überlebensraten. Bei Keramikabutments, sowohl mit interner als auch externer Verbindung, traten Abutmentfrakturen deutlich häufiger auf als bei Metallabutments. (Pjetursson, et al., 2018)

Das Lösen von Abutmentschrauben bei Einzelimplantat-Restaurationen unabhängig von der Geometrie der Implantat-Abutment-Verbindung scheint selten vorzukommen, vorausgesetzt, dass geeignete Antirotationsmaßnahmen und ein angemessenes Drehmoment angewendet werden (Theoharidou, et al., 2008).

Die Verbindung von verschraubten Zirkonoxidkronen in zweiteiligen Zirkonoxidimplantaten scheint mit Standard-Titanimplantaten vergleichbar (Joos, et al., 2020).

Vicarbo-Schraube: Eine verschraubte, bruchstabile Verbindung von Zirkon-auf-Zirkon funktioniert nur mit einem Verbindungselement, das die Keramik bei der Aufnahme der auftretenden Kräfte unterstützt. Die Vicarbo-Schraube verfügt über ein Rundgewinde. Karbonfaserverstärkter Hochleistungs-PEEK verkürzt und verbreitert die Schraube beim Anziehen mit finalem Drehmoment. Dadurch schmiegt sie sich an die Implantat-Innengeometrie, im Sinne einer Presspassung mit „Korken-Effekt“ nahezu spaltfrei an.

Künstliche Belastungen und hydrothermale Alterung konnten die Bruchfestigkeit des zweiteiligen, aluminiumoxidverstärkten Zirkonoxid-Implantatsystems mit einer kohlenstoffverstärkten (Carbon fiber-reinforced CRF) PEEK-Abutmentschraube nicht verringern (Kohal, et al., 2023). Keine der CFR-Schrauben brach unter statischer oder dynamischer Belastung (Spies, et al., 2018).

Camlog CERALOG® PROGRESSIVE-LINE Implantatsystem: zweiteiliges Keramikimplantatsystem mit Schraubverbindung und moderner Gewindegeometrie. Die sogenannte „Bolt-in-Tube“-Verbindung verhindert die Übertragung von Zugkräften auf die Keramik. Mit der „Vicarbo-Schraube“ bildet sich so eine stabile Einheit, die Versorgung mit Brücken und Hybridsystemen möglich macht.

Vermeidung möglicher Fehlerquellen:

Implantatschulter strikt auf Tissue-Level um Risiko einer Zementitis möglichst gering zu halten (Buser, et al., 2008) (Buser, et al., 2004).

Keramikimplantate nie mit mehr als 35 Ncm Drehmoment und immer per Hand mit sehr langsamer Insertionsgeschwindigkeit inserieren.

Herstellerangaben und chirurgisch, prothetische Behandlungsprotokolle befolgen.

Fazit:

Patientenwunsch nach Keramikimplantaten

Bessere **Rot-/Weiß-Ästhetik**

Periimplantitis: Vorkommen bei Keramikimplantaten in schwächeren Formen sowie leichter und erfolgreicher zu behandeln

Keramikimplantate besitzen eine **geringere Evidenz** als Titanimplantate

Titanimplantate besitzen metallische Eigenschaften wie beispielsweise eine hohe Wärmeleitfähigkeit, Korrosion, geringe thermische Isolation und graue Farbe, während Keramikimplantate **keinerlei metallisch physikalische Eigenschaften** besitzen

Um die Stabilität der zu gewährleisten haben sich zwei Typen durchgesetzt: Aluminium gehärtetes Zirkonoxid (**ATZ**) und Yttrium-stabilisiertes tetragonales polykristallines Zirkoniumdioxid (**Y-TZP**)

Äquivalentes prothetisch-chirurgisches Vorgehen bei Titan- und Keramikimplantaten möglich

Gleichwertige Osseointegration von Titan und Keramik

Optimale Herstellungsverfahren mit Mikrorauigkeit von Implantatoberflächen sind die Voraussetzung für eine verlässliche Osseointegration, mit hohen klinischen Überlebensraten

Die **Überlebensrate** von Zirkonoxid-Zahnimplantaten betrug nach Pieralli 95,6 % nach 12 Monaten und danach einen erwarteten Rückgang von 0,05 % pro Jahr (0,25 % nach 5 Jahren), weiter konnte gezeigt werden, dass durch optimierte Herstellungsverfahren die Frakturanfälligkeit von Zirkonoxidimplantaten zwischen 2004 und 2020 von 3,4% auf 0,2% verringert werden konnte. Einteilige CA-Zirkoniumoxid-Implantate zeigten nach Roehling im Vergleich zu veröffentlichten Daten für Titanimplantate ähnliche mittlere Überlebensraten nach 1 und 2 Jahren

Limitationen für Keramikimplantate sind im Gegensatz zu Titanimplantaten beispielsweise eine prothetischen „All Arch“- Versorgung nach der „All-on-4/ All-on-6“ Methode sowie abgewinkelte Abutments und Anhängerkonstruktionen

Zusammenfassend halten die Referenten fest, dass eine kritische Auseinandersetzung des Vortragsthemas bei gleichzeitiger Offenheit wichtig sei. Eine differenzierte sowie aktuelle und individuelle Bewertung des Patientefalls sei ebenfalls von Nöten, um eine korrekte Indikation zu stellen. Außerdem weist er bezüglich der Materialqualität auf das Beachten der Herstellerangaben hin und appelliert daran, sich werkstoffkundlich mit den Implantaten zu beschäftigen sowie den bewährten biologischen Prinzipien zu folgen. Die „Guidelines“ der Deutschen Gesellschaft für Implantologie (DGI) und European Society for Ceramic Implantology (ESCI) bieten weitere Informationen für die klinische Anwendung von Keramikimplantaten.

Kommentare: Sind im Unterkiefer aufgrund des Mandibula-Torques zum Ersatz mehrere Zähne, anstatt nur Einzelzahn-, auch Brückenversorgungen auf Keramikimplantaten denkbar? Keine klare Empfehlung möglich, klinische Forschung und Erfahrungswerte durch Behandler selbst notwendig!

Literaturverzeichnis

- Rakic, M., Galindo-Moreno, P. & Monje, A., 2018. How frequent does peri-implantitis occur? A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Invest*, p. 1805–1816.
- Zipprich, H., Weigl, P. & König, E., 2019. Heat Generation at the Implant–Bone Interface by Insertion of Ceramic and Titanium Implants. *Journal of Clinical Medicine*, 25 September.
- Andreiotelli, M. & Kohal, R. J., 2009. Fracture strength of zirconia implants after artificial aging. *Clin Implant Dent Relat Res*, pp. 158-66.
- Balmer, M., Spies, B. C. & Kohal, R.-J., 2020 . Zirconia implants restored with single crowns or fixed dental prostheses: 5-year results of a prospective cohort investigation. *Clin Oral Impl Res*, p. 452–462.
- Balmer, M., Spies, B. C. & Vach, K., 2018. Three-year analysis of zirconia implants used for single- tooth replacement and three-unit fixed dental prostheses: A prospective multicenter study. *Clin Oral Impl Res.*, p. 290–299.
- Benic, G. I., Thoma, D. S. & Sanz-Martin, I., 2017. Guided bone regeneration at zirconia and titanium dental implants: a pilot histological investigation. *Clin Oral Impl Re*, p. 1592–1599.
- Buser, D., Martin, W. & Belser, U. C., 2004. Optimizing Esthetics for Implant Restorations in the Anterior Maxilla: Anatomic and Surgical Considerations.. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants Vol 19*, p. 43.
- Buser, D., Chen, S. T. & Weber , H. P., 2008. Early Implant Placement Following Single-Tooth Extraction in the Esthetic Zone: Biologic Rationale and Surgical Procedures. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, November, pp. 441-51.
- Chevalier, J., Loh, J. & Gremillard, L., 2011. Low-temperature degradation in zirconia with a porous surface. *Acta Biomater*, pp. 2986-93.
- Christel, P. S., 1989. Zirconia: the second generation of ceramics for total hip replacement. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst .*, pp. 170-7.
- Cionca, N., Müller, N. & Mombelli, A., 2015. Two-piece zirconia implants supporting all-ceramic crowns: A prospective clinical study. *CLINICAL ORAL IMPLANT RESEARCH*, p. 413–418.
- ERIKSSON, R. A. & ALBREKTSSON, T., 1984. The Effect of Heat on Bone Regeneration: An Experimental Study in the Rabbit Using the Bone Growth Chamber. *J Oral Maxillofac Surg*, pp. 705-711.
- Fürhauser, R., Florescu, D. & Benesch, T., 2005. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clin. Oral Impl. Res.*, p. 639–644.
- Fürhauser, R., Mailath-Pokorny, G. & Haas, R., 2017. Immediate Restoration of Immediate Implants in the Esthetic Zone of the Maxilla Via the Copy-Abutment Technique: 5-Year Follow-Up of Pink Esthetic Scores. *Clinical Implant Dentistry and Related Research Volume 19*, pp. 28-37.
- Fenner, Fenner, N., Hämmerle, C. H. F. & Sailer, I., 2016. Long-term clinical, technical, and esthetic outcomes of all-ceramic vs. titanium abutments on implant supporting single-tooth reconstructions after at least 5 years. *CLINICAL ORAL IMPLANT RESEARCH Volume 27*, Jun, pp. 716-723.
- Fretwurst, T., Nelson, K. & Tarnow, D. P., 2018. Is Metal Particle Release Associated with Peri-implant Bone Destruction? An Emerging Concept. *Journal of Dental Research*, p. 259–265.
- Gahlert, M., Kniha, H. & Wölfler, H., 2018. *Patient preference and knowledge of ceramic implants*, s.l.: ZWP online.
- Gomez-Roman, G., Weber, H. & Axmann, D., 2009. Die Sofortimplantation in Tübingen. *Quintessenz Zahntech*, pp. 586-594.
- He, X., Reichl, F.-X. & Wang, Y., 2016. Analysis of titanium and other metals in human jawbones with dental implants – A case series study. *Dental Materials Volume 32*, August, pp. 1042-1051.
- He, X., Reichl, F. X. & Milz, S., 2020. Titanium and zirconium release from titanium- and zirconia implants in mini pig maxillae and their toxicity in vitro. *Dent Mater*, pp. 402-412.
- Jacobi-Gresser, E., Huesker, K. & Schütt, S., 2013. Genetic and immunological markers predict titanium implant failure: a retrospective study. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg. Volume 42*, April, pp. 537-543.
- Joos, M., Sailer, I. & Filippi, A., 2020. Stability of screw-retention in two-piece zirconia implants: An in vitro study. *Clin Oral Impl Res.* , p. 607–614.
- Karoussis , I. K. & Lang, N. P., 2024. *Peri-Implantitis: From Diagnosis to Treatment*. 1. Auflage Hrsg. s.l.:QUINTESSENZ PUBLISHING.
- Kohal, R.-J., Burkhardt, F. & Chevalier, J., 2023. One-Piece Zirconia Oral Implants for Single Tooth Replacement: Five-Year Results from a Prospective Cohort Study. *J. Funct. Biomater.* .
- Kohal, R. J., Weng, D. & Bächle, M., 2004. Loaded Custom-Made Zirconia and Titanium Implants Show Similar Osseointegration: An Animal Experiment. *J Periodontol* , September, pp. 1262-1268.
- Kohal, R.-J., Schikofski, T. & Adolfsson, E., 2023. Fracture Resistance of a Two-Piece Zirconia Implant System after Artificial Loading and/or Hydrothermal Aging—An In Vitro Investigation. *J. Funct. Biomater.*.
- Koller, M., Steyer, E. & Theisen, K., 2020. Two-piece zirconia versus titanium implants after 80 months: Clinical outcomes from a prospective randomized pilot trial. *CLINICAL ORAL IMPLANT RESEARCH*, 15 January, pp. 388-396.
- Kunrath, M. F., Gupta, S. & Lorusso, F., 2021. Oral Tissue Interactions and Cellular Response to Zirconia Implant-Prosthetic Components. *Materials*.
- Mombelli, A., Müller, N. & Cionca, N., 2012. The epidemiology of peri-implantitis. *CLINICAL ORAL IMPLANT RESEARCH Volume 23*, Oct, p. 67–76.

- Monzavi, M., Zhang, F. & Douillard, T., 2020. Microstructural analyses of artificial ageing in 5 commercially and non-commercially available Zirconia dental implants. *Journal of the European Ceramic Society*, p. 3642–3655.
- Monzavi, M., Zhang, F. & Meille, S., 2020. Influence of artificial aging on mechanical properties of commercially and non-commercially available zirconia dental implants. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 101.
- Piconi, C. & Maccauro, G., 1999. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*, pp. 1- 25.
- Pieralli, S., Kohal, R. J. & Jung, R. E., 2017. Clinical Outcomes of Zirconia Dental Implants: A Systematic Review. *Journal of Dental Research*, p. 38–46.
- Pjetursson, B. E., Zarauz, C. & Stranding, M., 2018. A systematic review of the influence of the implant-abutment connection on the clinical outcomes of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Impl Res.* , p. 160–183.
- Roehling, S., Astasov-Frauenhoffer, M. & Hauser-Gerspach, I., 2017. In Vitro Biofilm Formation on Titanium and Zirconia Implant Surfaces. *J Periodontol*, March , pp. 298-307.
- Roehling, S., Astasov-Frauenhoffer, M. & Hauser-Gerspach, I., 2017. In Vitro Biofilm Formation on Titanium and Zirconia Implant Surfaces. *JOURNAL OF Periodontology Volume 88*, March, pp. 298-307.
- Roehling, S., Gahlert, . M. & Simone, J., 2019. Ligature-Induced Peri-implant Bone Loss Around Loaded Zirconia and Titanium Implants.. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, p. 357.
- Roehling, S. & Schlegel, K. A., 2018. Performance and outcome of zirconia dental implants in clinical studies: A meta-analysis. *Clin Oral Impl Res*, p. 135–153.
- Roehling, S., Schlegel, K. A. & Woelfler, H., 2018. Performance and outcome of zirconia dental implants in clinical studies: A meta-analysis. *Clin Oral Impl Res*, p. 135–153.
- Roehling, S., Schlegel, K. A. & Woelfler, H., 2019. Zirconia compared to titanium dental implants in preclinical studies—A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Impl Res*, p. 365–395.
- Roehling, S., Woelfler, H. & Hicklin, S., 2016. A Retrospective Clinical Study with Regard to Survival and Success Rates of Zirconia Implants up to and after 7 Years of Loading. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, pp. 546-558.
- Rohr, N., Balmer, . M. & Jung, . R. . E., 2021. Influence of zirconia implant surface topography on first bone implant contact within a prospective cohort study. *CLINICAL IMPLANT DENTISTRY VOLUME 23*, 27 May , pp. 593-599.
- Sahrmann, P., Tartsch, J. & Schmidlin, P. R., 2024. Comparison of clinical parameters of peri-implantitis and parameters related to tissue macrophage sensitization on TiO₂. *Clinical Oral Investigations Volume 28*, 25 August.
- Schneider, J., Begand, S. & Kriegel, R., 2008. Low-Temperature Aging Behavior of Alumina-Toughened Zirconia.. *J. Am. Ceram. Soc.*, p. 3613–3618.
- Silva, N. R., Coelho, P. G. & Fernandes, C. A., 2009. Reliability of one-piece ceramic implant. *Biomed Mater Res B Appl Biomater*, pp. 419-26.
- Spies, B. C., Fross, A. & Adolphsson, E., 2018. Stability and aging resistance of a zirconia oral implant using a carbon fiber-reinforced screw for implant-abutment connection. *Dental Materials* , p. 1585–1595.
- Stolzer, C., Müller, M. & Gosau, M., 2023. Do Titanium Dioxide Particles Stimulate Macrophages to Release Proinflammatory Cytokines and Increase the Risk for Peri-implantitis?. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, March, pp. 308-317.
- Straub, A. M., Suvan, J. & Lang, N. P., 2001. Phase 1 evaluation of a local delivery device releasing silver ions in periodontal pockets: safety, pharmacokinetics and bioavailability. *J Periodont Res*, pp. 187-193.
- Teughels, W., Van Assche, N. & Sliepen, I., 2006 . Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development. *Clin. Oral Impl. Res.*, p. 68–81.
- Theoharidou, A., Petridis, H. P. & Tzannas, K., 2008. Abutment Screw Loosening in Single-Implant Restorations: A Systematic Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, pp. 681-690.
- Tinschert, J., Natt, G. & Mohrbotter, N., 2006. Lifetime of Alumina- and Zirconia Ceramics Used for Crown and Bridge Restorations. *Journal of Biomedical Materials Research* , 12 July, pp. 317-321.
- Webber, . L. P., Chan, H.-L. & Wan, H.-L., 2021. Will Zirconia Implants Replace Titanium Implants?. *Applied Sciences*.
- Yu, F., Addison, . O. & Baker, S. J., 2015. Lipopolysaccharide inhibits or accelerates biomedical titanium corrosion depending on environmental acidity. *International Journal of Oral Science* 7, 30 Jan, p. 179–186.
- Zhang, Y. & Lawn, B. R., 2018. Novel Zirconia Materials in Dentistry. *J Dent Res*, pp. 140- 147.