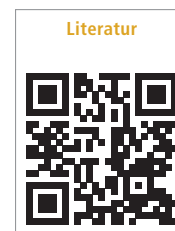


Das Interesse an dentalen Implantaten aus Zirkonoxidkeramik steigt in der jüngeren Vergangenheit zunehmend. Es mangelt jedoch immer noch an wissenschaftlichen Daten von hohem Evidenzniveau, vor allem hinsichtlich der Langzeitergebnisse, um Implantate aus Zirkonoxidkeramik als gleichwertige Alternative zu Titanimplantaten zu bezeichnen. Ziel dieser Studie war es, das klinische Abschneiden von dentalen Implantaten aus Zirkonoxidkeramik nach einer durchschnittlichen Liegezeit von 7,8 Jahren mit natürlichen Zähnen (Kontrollgruppe) zu vergleichen.



# Prospektive Studie zum Langzeitverhalten von Keramikimplantaten

## Mikrobiologische Ergebnisse und Patientenzufriedenheit

Dr. Nino Giuliani, Dr. Werner Hölscher, Prof. Dr. Andreas Schwiertz, Prof. Dr. Frank Schwarz, Priv.-Doz. Dr. Dr. Jonas Lorenz, Prof. Dr. Dr. Robert Sader

Die Anforderungen an Zahnimplantate umfassen weit mehr als nur den Ersatz fehlender Zähne oder die Stabilisierung von Zahnersatz. Vor allem im Frontzahnbereich steigen die ästhetischen Ansprüche von Patienten und Behandler und führen zu Modifikationen von Behandlungsprotokollen, Restaurations- und Implantatmaterialien. Aufgrund ihrer günstigen mechanischen Eigenschaften und ihrer zahnähnlichen Farbe werden Keramiken unterschiedlicher Zusammensetzung häufig für zahn- und implantatgetragene Restaurationen verwendet.<sup>1</sup> In den vergangenen Jahren erlebte Keramik auch als Material für Zahnimplantate einen enormen Aufschwung. Besonders dicht gesinterte Yttriumoxid-stabilisierte tetragonale Zirkonoxidkeramiken können die mechanischen und technischen Anforderungen an Biegefestigkeit und Bruchzähigkeit erfüllen.<sup>2</sup> Darüber hinaus ist bekannt, dass Zirkonoxidkeramik neben seiner zahnähnlichen Farbe über günstige biologische Eigenschaften wie geringe Wärmeleitfähigkeit, geringe Plaque-

affinität und eine hohe Biokompatibilität verfügt.<sup>3-5</sup>

In den letzten Jahrzehnten wurden konventionelle Zahnimplantate aus Titan in verschiedenen klinischen Situationen, Indikationen und Regionen umfassend untersucht. So können Zahnimplantate aus Titan als zuverlässige und langfris-

---

Mit all ihren bekannten technischen und biologischen Vorteilen weisen Titanimplantate [...] noch einige große Nachteile auf.

---

tige stabile Behandlungsmöglichkeit zum Ersatz fehlender Zähne und zur Befestigung von Zahnersatz bei Zahnverlust angesehen werden.<sup>6,7</sup> Mit all ihren bekannten technischen und biologischen Vorteilen weisen Titanimplantate jedoch noch einige große Nachteile auf, wie z. B. die metallische Farbe. Insbesondere im ästhetisch anspruchsvollen Frontzahnbereich, bei geringer bukkaler

Knochenbreite und einer Gingiva mit dünnem Biotyp kann ein Durchschimmern der metallischen Farbe das ästhetische Endergebnis beeinträchtigen. Zahnimplantate aus Zirkonoxidkeramik sind ein vielversprechender Ansatz, um dieses Problem zu umgehen.

Einzelne *In-vitro*- und klinische Studien berichteten über Zirkonoxidimplantate als vergleichbare Alternative zu Titanimplantaten hinsichtlich Biokompatibilität und Osseointegration.<sup>4,8-10</sup> In verschiedenen systematischen Übersichtsarbeiten konnten Zirkonoxidimplantate jedoch aufgrund fehlender notwendiger klinischer Langzeitdaten und der Heterogenität der durchgeführten Studien und ihrer variablen Untersuchungsparameter nicht als zuverlässige Alternative zu herkömmlichen Zahnimplantaten aus Titan bestätigt werden.<sup>2,10</sup>

In einer zuvor veröffentlichten Publikation unserer Arbeitsgruppe wurden analog zur hier beschriebenen Studie klinische und mikrobiologische Parameter bei einteiligen Zirkonoxidimplantaten nach einjähriger Belastungsdauer

im Vergleich zu natürlichen Zähnen untersucht. Dabei konnten 106 Zirkonoxidimplantate bei 38 Probanden untersucht werden. Der Approximalraum-Plaque-Index (API), der Sulkus-Blutungs-Index (SBI), die Sondierungstiefen (ST), der vertikale Attachmentverlust (PAL-V) und das Vorhandensein eines Hochwachsens (CR, Creeping Attachment) oder einer Rezession (REC) der Gingiva wurden erfasst und mit natürlichen Kontrollzähnen (CT) verglichen. Darüber hinaus wurden der Papillen-Index (PAP), der Periotest®-Wert (PTV), die mikrobielle Kolonisation der Implantat-/Zahnsulkusflüssigkeit und die Zufriedenheit der Patienten bewertet. Die Überlebensrate der Zirkonoxid-

[...] ein Vergleich der Ergebnisse nach einem Jahr und 7,8 Jahren könnte zu einem detaillierteren und genaueren Bild bezüglich der Langzeitergebnisse von Zahnimplantaten aus Zirkonoxidkeramik beitragen.

implantate betrug 100 Prozent. Es wurde keine statistische Signifikanz zwischen Implantaten und Zähnen bezüglich SBI, ST und PAL-V beobachtet. Die geringe Plaqueaffinität und die günstige Weichteilverträglichkeit konnten durch eine statistisch signifikant geringere Plaqueakkumulation (API) und Rezession (CR/REC) in der Studiengruppe nachgewiesen werden. Der mittlere PAP betrug  $1,76 \pm 0,55$ , während der mittlere PTV  $-1,31 \pm 2,24$  (Bereich von  $-5$  bis  $+6$ ) betrug. Die mikrobiologische Analyse ergab eine nicht statistisch signifikant höhere Besiedlung von Parodontitis-/Periimplantitisbakterien in der Implantatgruppe. Der Fragebogen zeigte, dass die große Mehrheit der Patienten mit der Gesamtbehandlung zufrieden war, was auf eine hohe Akzeptanz von Zirkonoxidimplantaten hinweist.<sup>11</sup> Ziel der vorliegenden Studie war es, die klinischen und mikrobiologischen Langzeitergebnisse von Zahnimplan-

taten aus Zirkonoxidkeramik zu untersuchen. Das Implantatüberleben, periimplantäre Parameter wie der Approximalraum-Plaque-Index, der Sulkus-Blutungs-Index, Sondierungstiefe, vertikaler Attachmentverlust und ein Vorhandensein von einem Hochwachsen oder einer Rezession sowie die mikrobiologische Besiedlung der Implantate wurden nach einer mittleren Liegedauer von 7,8 Jahren untersucht. Nach unserem besten Wissen sind Langzeitdaten für Zirkonoxidimplantate nach mehr als sieben Jahren Belastung selten, und ein Vergleich der Ergebnisse nach einem Jahr und 7,8 Jahren könnte zu einem detaillierteren und genaueren Bild bezüglich der Langzeitergebnisse von Zahnimplantaten aus Zirkonoxidkeramik beitragen.

### Materialien und Methoden

#### Patientenkollektiv und Studiendesign

In dieser prospektiven Studie wurden 28 gesunde erwachsene, teilbezahnte Patienten (15 weiblich, 13 männlich) mit einem Durchschnittsalter von 63,5 Jahren (Bereich 39–80 Jahre) einbezogen. Die vorliegende Studie wurde an der Abteilung für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Goethe-Universität Frankfurt in Zusammenarbeit mit der Privatpraxis der Autoren (Dr. Nino Giuliani, Werner Hölscher) durchgeführt. Sie wurde vor neun Jahren initiiert und von der Ethikkommission des Universitätsklinikums in Frankfurt am Main genehmigt (Nr. 118/08). Die klinischen und mikrobiologischen Ergebnisse der einjährigen Nachuntersuchung wurden zuvor von Holländer et al. (2016) veröffentlicht.<sup>11</sup> Zu Beginn der Studie wurden 38 Patienten mit insgesamt 106 Zirkonoxidimplantaten aufgenommen. Die Zahl der eingeschlossenen Patienten sank auf 28 Patienten mit 83 Zirkonoxidimplantaten aufgrund von Tod oder Umzug. Alle eingeschlossenen Patienten wurden über die Studie informiert und gaben eine schriftliche Zustimmung zur Teilnahme. Die Studie wurde nach der fünften Revision der Erklärung des Weltärztebundes von 2000 in Helsinki, den Richtlinien „Consolidated Stan-

### Einschlusskriterien

- Mindestalter 18 Jahre
- Patient mit mindestens einem Z-Look-Implantat in situ (einschließlich prothetischer Rekonstruktion) und mindestens einem verbleibenden natürlichen Zahn
- keine Parodontalerkrankung
- keine Allgemeinerkrankung
- keine Schwangerschaft
- keine Einnahme von Medikamenten, welche die untersuchten klinischen Parameter beeinflussen können (z.B.: Antibiotika, Immunsuppressiva, Antikonvulsiva oder Ataraktika)
- Der Patient wurde vom gleichen Zahnarzt behandelt (chirurgischer Eingriff und prothetische Rekonstruktion).
- Der Patient stimmte der Teilnahme an der Studie zu (schriftliche Zustimmung wurde eingeholt).

**Tab. 1:** Einschlusskriterien für die initiale Patientenauswahl der vorliegenden Studie.

dards of Reporting Trials“ (CONSORT) von 2010 und den Richtlinien „Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology“ (STROBE) von 2007 durchgeführt.

Die untersuchten Patienten erhielten zwischen März und September 2008 mindestens ein Zirkonoxidimplantat und wurden erstmalig ein Jahr nach der Insertion der Zirkonoxidimplantate untersucht. Die Studienziele und das Studienprotokoll wurden mit den Patienten vor der Aufnahme in die Studie besprochen, und alle Patienten gaben vor der Aufnahme in die Studie nach der Aufklärung ihre Zustimmung. An dieser Studie nahmen nur Patienten teil, die die Einschlusskriterien erfüllten (Tab. 1). Bei der Initiierung der Studie wurden Patienten mit einer unbehandelten Parodontitis von der Studie ausgeschlossen. Sechs der 28 Teilnehmer der aktuellen Follow-up-Untersuchung hatten eine behandelte Parodontitis in ihrer Krankengeschichte. Alle Teilnehmer befinden sich in einem regelmäßigen halbjährlichen Recallprogramm. Insgesamt 83 Zirkonoxidimplantate (IMP) (38 im Oberkiefer und 45 im

Maxilla		Mandibula	
Front	Seite	Front	Seite
12	26	5	40
38		45	

**Tab. 2:** Verteilung der 83 untersuchten Zirkonoxidimplantate in den verschiedenen Regionen des Ober- und Unterkiefers.

Frage	Bewertung (Durchschnittsbewertung)	Min.	Max.
1. Aussehen des Weichgewebes?	1,81 ± 0,96	1	5
2. Weichteilfarbe?	1,41 ± 0,64	1	3
3. Weichteilkontur?	1,93 ± 0,83	1	3
4. Ästhetik der Prothetik?	1,55 ± 0,58	1	3
5. Ästhetisches Gesamtergebnis?	1,55 ± 0,58	1	3
6. implantologische Versorgung?	1,37 ± 0,49	1	2
7. Prothetische Versorgung?	1,30 ± 0,47	1	2
8. Gesamtergebnis?	1,48 ± 0,60	1	3

Frage	Antwort	
	Ja	Nein
9. Haben Sie im Bereich des Implantats ein Fremdkörpergefühl?	0 %	100 %
10. Haben Sie das Gefühl, dass der Bereich des Implantats besonders pflegebedürftig ist?	14,81 %	85,19 %
11. Vertrauen Sie dem Material Keramik (Zirkonoxidkeramik)?	100 %	0 %
12. Würden Sie sich wieder für ein Keramikimplantat entscheiden?	100 %	0 %
13. Passen die Zähne gut aufeinander?	100 %	0 %

**Tab. 3:** Übersicht der verschiedenen Antworten auf den Fragebogen. Die Fragen 1 bis 8 wurden mit Punktwerten auf einer Skala von 1 („sehr gut“) bis 10 („unbefriedigend“) bewertet.

Unterkiefer; Tab. 2) und 570 natürliche Kontrollzähne (CT) von 28 Patienten wurden nach einer mittleren Zeitspanne nach der Implantatinserktion von 7,8 Jahren klinisch untersucht. Die Anzahl der CT wurde höher gewählt als die untersuchte IMP, um eine Verzerrung durch den untersuchten Zahntyp zu vermeiden. Alle Implantate wurden mit vollkeramischen Suprastrukturen (CEREC®, Dentsply Sirona) vier Monate (Unterkiefer) und sechs Monate (Oberkiefer) nach dem operativen Eingriff versorgt.

### Implantate

In der vorliegenden Studie wurde das Z-Look 3® Implantatsystem (Z-Systems), ein einteiliges Implantatsystem aus yttriumverstärkter Zirkonoxidkeramik (Y-TZP-A-Bio-HIP®), untersucht. Das Implantat ist nach ISO 13356 zertifiziert und in den Durchmesser von 3,25 bis 5 mm und Längen von 8 bis 14 mm erhältlich. Das Implantat weist einen sandgestrahlten intraossären Abschnitt und einen polierten transgingivalen Abutmentabschnitt auf. Der chirurgische Ein-

griff wurde nach den Empfehlungen des Herstellers durchgeführt.

Die Implantate werden durch eine äußere Sechskantfläche eingesetzt, die für die Platzierung des Implantats benötigt und nach dem Einsetzen entfernt wird. Aufgrund des einteiligen Designs ist der Heilungsmodus transgingival. Um eine Belastung des Implantats während der Osseointegrationsperiode zu vermeiden, werden die Implantate bis zur endgültigen prothetischen Versorgung mit einer Schiene oder einem adhäsiv befestigten Provisorium geschützt.

### Klinische Untersuchungen

Die Parameter der klinischen Studie wurden von einem Zahnarzt mit Erfahrung auf dem Gebiet der Implantologie und Restaurativen Zahnheilkunde (Dr. Nino Giuliani) erhoben. Vor der Studie kalibrierte der Prüfer die Sondierungsstärke mit einer elektronischen Florida-Sonde und legte einheitlich eine Sondierungskraft von 0,5 N und einem Einschubwinkel der Sonde von 30 Grad fest.

Analog zur einjährigen Nachuntersuchung von Holländer et al. wurden folgende Parameter ausgewertet:<sup>11</sup> Approximalraum-Plaque-Index (API), Sulkus-Blutungs-Index (SBI), Sondierungstiefen (ST), vertikaler Attachmentverlust (PAL-V), Hochwachsen (Creeping) oder Rezession der Gingiva (CR/REC) und der Pink Esthetic Score (PES). Die periimplantären Parameter wurden untersucht, um den periimplantären Weichteilzustand um die Zirkonoxidimplantate zu analysieren. API und SBI beschreiben das Vorhandensein bzw. Fehlen von Plaque und Blutung auf Sondierung. Die Blutungen wurden an vier Stellen pro Implantat/Zahn dokumentiert und in Prozent berechnet. ST und PAL-V wurden ebenfalls an vier Stellen pro Implantat/Zahn mit einer stumpfen Parodontalsonde am Übergang von der Implantatschulter zur Krone als Referenzpunkt bestimmt. Basierend auf ST und PAL-V wurden CR/REC der Gingiva berechnet. Darüber hinaus wurde der Pink Esthetic Score (PES) nach Fürhauser erhoben, um das ästhetische Erscheinungsbild der Zirkonoxidimplantate und der entsprechenden Versorgung zu beschreiben.<sup>12</sup> Ein unabhängiger, erfahrener Prüfer (Priv.-Doz. Dr. Dr. Jonas Lorenz), der mit der PES-Scoring-Methode vertraut ist, überprüfte die Bilder von Zirkonoxidimplantaten mit Einzelzahnkronen aus dem ästhetischen Bereich (Regio 14–24 und Regio 34–44). Die Punktzahl des

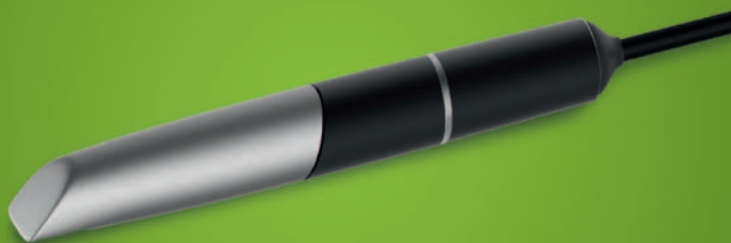
**Pro Patient wurde ein Implantat nach dem Zufallsprinzip ausgewählt und [...] an vier Stellen [...] Proben entnommen.**

PES wurde berechnet, indem jeweils eine Punktzahl (von mindestens 0 bis maximal 2) für die sieben Teilparameter (mesiale Papille, distale Papille, Niveau der marginalen Gingiva, Kontur der marginalen Gingiva, Defizit des Alveolarknochens, Gingivafarbe und Textur) erhoben und anschließend zu einer maximalen Punktzahl von 14 addiert wurde. Neben Weichteilparametern wurde auch

Straumann® CARES® Digital Solutions > Intraoral-Scanner

**Straumann® Virtuo Vivo™**

**Erfassen Sie jede Nuance.**



**SCANNEN  
IN NATUR-  
GETREUEN  
FARBEN**

**KLEINES,  
LEICHTES  
HANDSTÜCK.**

**ABNEHMBARE  
UND AUTO-  
KLAVIERBARE  
SCANHÜLSEN.**



Kontaktieren Sie noch heute Ihren zuständigen Straumann Kundenberater oder besuchen Sie unsere Website unter [www.straumann.de/vivo](http://www.straumann.de/vivo).

A0019/de/A/00 03/19

Parameter (Einheit)	Implantate			Zähne			P-Wert
	Mittelwert und Standardabweichung	Min.	Max.	Mittelwert und Standardabweichung	Min.	Max.	
API (%)	25,00 ± 26,41	0	100	40,72 ± 14,94	20	80	0,001
SBI (%)	22,16 ± 33,21	0	100	11,38 ± 8,14	0	30	0,278
PPD (mm)	2,57 ± 1,10	1	8	2,40 ± 0,95	1	14	0,001
PAL-V (mm)	2,98 ± 1,05	1	9	3,03 ± 1,25	1	14	0,418
CR/REC (mm)	0,43 ± 0,80	-3	+2	0,62 ± 0,97	-8	+1	0,018
PES	9,00 ± 2,71	3	13	–	–	–	–
MBL (mm)	1,2 ± 0,76	0.5	4.5	–	–	–	–
PTV	-2,33 ± 3,11	-8	+4	–	–	–	–

**Tab. 4:** Übersicht über die untersuchten klinischen Parameter bei Implantaten und Zähnen; die statistische Signifikanz für Unterschiede zwischen Implantaten und Zähnen wurde auf (\*P < 0,05) festgelegt. (API: Approximalraum-Plaque-Index, SBI: Sulkus-Blutungs-Index, PPD: Sondierungstiefen, PAL-V: vertikaler Attachmentverlust, CR/REC: Creeping oder Rezession der Gingiva, PES: Pink Esthetic Score, MBL: Marginales Knochenniveau, PTV: Periotestwerte).

die Implantatstabilität bestimmt. Hierfür wurde die Periotest®-Methode (Medizintechnik Gulden) angewendet.<sup>13</sup> Darüber hinaus wurde ein validierter Fragebogen (Tab. 3) verwendet, um die Zufriedenheit der Patienten bezüglich des chirurgischen Eingriffs, des Managements (Handhabung, Komfort, Artikulation, Kauen und phonetische Eigenschaften) und der Ästhetik der Schutzvorrichtung sowie der allgemeinen Patientenzufriedenheit mit der Behandlungsmethode zu bewerten. Die Fragen wurden zum Teil mit Werten auf einer Skala von 1 bis 10 (1: „sehr gut“; 10: „unbefriedigend“) und zum Teil mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortet.

#### Mikrobielle Analyse

Nach zuvor veröffentlichten Methoden wurde die mikrobielle Kontamination der untersuchten Zirkonoxidimplantate und der Kontrollzähne mit dem ParoCheck 20® (Greiner Bio-One, Institut für Mikrobiologie) gemäß den Herstellerangaben analysiert.<sup>11</sup>

Der angewandte ParoCheck 20® ist ein DNA-Sondenentnahmetest zum semi-quantitativen Nachweis von bis zu 20 Parodontitis- und Periimplantitis-assoziierten Bakterien. Die Ergebnisse des Testsystems werden als SNR-Werte (Signal-Rausch-Verhältnis) angegeben, die als relative Werte zu verstehen sind und keine quantitativen Absolutwerte darstellen, die Rückschlüsse auf die tatsächliche Anzahl der Bakterien zulassen würden.

Pro Patient wurde ein Implantat nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, und aus dem periimplantären Sulkus wurden unter relativer Trockenlegung mit Papierspitzen an vier Stellen pro Implantat (mesiobukkal, distobukkal, mesiooral und distooral) Proben entnommen. Anschließend wurden alle Proben des Implantats für die mikrobielle Analyse gepoolt. Proben von den Kontrollzähnen wurden an einem Zahn pro Quadrant an zufällig zugeordneten Molaren oder Prämolaren im ersten und dritten Quadranten und Schneidezahn oder Eckzahn im zweiten und vierten Quadranten entnommen.<sup>11</sup> Die Proben der Kontrollzähne eines Probanden wurden für die mikrobielle Analyse ebenfalls gepoolt.

#### Statistische Auswertung

Für die Datenanalyse wurde das Statistikprogramm SPSS® für Windows (Version 17.0) verwendet. Die Gaußsche Verteilung wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test analysiert. Die Mehrheit der Daten und ihre Unterschiede waren nicht normal verteilt. Daher wurden nichtparametrische Tests durchgeführt. Die statistische Signifikanz wurde auf

0,05 festgelegt. Um die gemessenen Werte für Zähne und Implantate zu vergleichen, wurde der Wilcoxon signed-ranks test für den Vergleich des Approximalraum-Plaque-Index, des Sulkus-Blutungs-Index, der Sondierungstiefen, des vertikalen Attachmentverlustes, des Creeping Attachments oder der Rezession der Gingiva und der mikrobiellen Untersuchungen verwendet.

## Ergebnisse

### Klinische Ergebnisse

Keines der 83 untersuchten Zirkonoxidimplantate ging nach einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit nach der Implantatinserktion von 7,8 Jahren (zwischen 6,1 und 9,7 Jahren) verloren, was eine Überlebensrate von 100 Prozent für die untersuchten Implantate ergibt. Es kam in keinem Fall zu einem Versagen eines der Implantatkomponenten, und alle untersuchten Implantate waren durch eine Suprastruktur suffizient versorgt und belastet. Ein Implantat zeigte das klinische Bild einer therapierefraktären Periimplantitis.

Die Untersuchung der Plaqueakkumulation ergab einen signifikant niedrige-

Sondierungstiefen (mm)	Implantate (%)	Zähne (%)
0–3	84,6	91,6
4–6	14,2	8,0
> 6	1,2	0,4

**Tab. 5:** Analyse der Sondierungstiefen an Implantaten und Zähnen (in %): niedrige Sondierungstiefen (von 1–3 mm), mittelhohe Sondierungstiefen (4–6 mm) und hohe Sondierungstiefen (> 6 mm).

# Dentegris

## Präzisions Implantate made in Germany



**Bovines Knochenaufbaumaterial,  
Kollagenmembranen, Kollagenvlies,  
Alveolarkegel, Weichgewebmatrix**

**Tausendfach bewährtes  
Implantatsystem**

Soft-Bone Implantat -  
der Spezialist im schwierigen Knochen

SL Tapered Implantat -  
der Spezialist für den Sinus-Lift

SLS Straight Implantat -  
der klassische Allrounder



### CompactBone B.

Natürliches, bovines  
Knochenersatzmaterial



### CompactBone S.

Biphasisches, synthetisches  
Knochenersatzmaterial



### BoneProtect® Membrane

Native Pericardium Kollagenmembran



### BoneProtect® Guide

Natürlich quervernetzte Kollagenmembran



### BoneProtect® Fleece

Natürliches Kollagenvlies



### BoneProtect® Cone

Alveolarkegel aus natürlichem Kollagen



### MucoMatrixX®

Soft Tissue Graft



 **Dentegris**  
DENTAL IMPLANT SYSTEM

ren mittleren Approximalraum-Plaque-Index (API) an den Zirkonoxidimplantaten im Vergleich zur Kontrollgruppe der natürlichen Zähne (APIIMP 25,0 ± 26,4 Prozent vs. APICT 40,7 ± 14,9 Prozent; \*\*P < 0,01; Tab. 4). In Korrelation zeigte der mittlere Sulkus-Blutungs-Index (SBI) ein gegenteiliges Ergebnis, da der mittlere SBI in der Zirkonoxidimplantatgruppe höher war als in der Kontrollgruppe (SBIIMP 22,2 ± 33,2 Prozent vs. SBICT 11,4 ± 8,1 Prozent). Diese Ergebnisse erreichten jedoch keine statistische Signifikanz (P = 0,278; Tab. 4). Die Analyse der Sondierungstiefen und des vertikalen Attachmentverlustes an Zirkonoxidimplantaten und natürlichen Zähnen ergab statistisch signifikant höhere Werte der Sondierungstiefen an den Zirkonoxidimplantaten (STIMP 2,57 ± 1,10 mm vs. STCT 2,40 ± 0,95 mm, \*\*P < 0,01), wobei die Unterschiede im vertikalen Attachmentverlust keine statistische Signifikanz zeigten (PAL-VIMP 2,98 ± 1,05 mm vs. PAL-VCT 3,03 ± 1,25 mm, p = 0,418; Tab. 4 und 5). Bezogen auf den Verlauf der marginalen (periimplantären) Gingiva konnte bei 7 Prozent der Implantate ein Creeping Attachment also ein Zugewinn von Gingiva beobachtet werden. Der Mittelwert für die Rezession war

PES nach Lokalisation der Implantate	Durchschnittlicher PES-Wert
alle Implantate OK	10,1
alle Implantate UK	8,2
alle Frontzahnimplantate	8,6
alle Seitenzahnimplantate (Eckzahn und erster Prämolare)	8,4
alle Oberkieferfrontzahnimplantate	10,3
alle Unterkieferfrontzahnimplantate	7,5

Tab. 6: Analyse des Pink Esthetic Score (PES) nach Implantatlokalisierung (Ober- und Unterkiefer, mittlerer/seitlicher Schneidezahn und Eckzahn/erster Prämolare).

bei Zirkonoxidimplantaten im Vergleich zu natürlichen Zähnen signifikant niedriger (CR/RECIMP 0,43 ± 0,80 mm vs. CR/RECCT 0,62 ± 0,97 mm, \*P < 0,05; Tab. 4). Das mit dem Pink Esthetic Score bewertete ästhetische Erscheinungsbild ergab bei 19 Zirkonoxidimplantaten im ästhetischen Bereich einen Mittelwert von 9 ± 2,7. Acht Implantate im ästhetischen Bereich des Oberkiefers zeigten ein PES von 10,1 ± 1,3, während elf Implantate im ästhetischen Bereich des Unterkiefers ein PES von 8,2 ± 3,2 zeigten (Tab. 6). Die Periotest®-Werte, die zur Bestimmung der Stabilität der untersuchten Zirkonoxidimplantate erhoben wurden, lagen bei allen Implantaten zwi-

schen -8 und +4. Der mittlere Periotest®-Wert (PTV) betrug -2,3 ± 3,1 mit etwas niedrigeren Werten im Oberkiefer (-1,9 ± 3,6) als im Unterkiefer (-2,7 ± 2,7).

Bei der Analyse des für die vorliegende Studie entwickelten Fragebogens ergaben alle Fragen (Zufriedenheit der Patienten mit dem chirurgischen Eingriff, dem Management rund um die Implantation, der Ästhetik und der allgemeinen Patientenzufriedenheit mit der Behandlungsmethode) einen Punktwert zwischen 1 und 2 mit einem mittleren Punktwert von 1,3 (Note 1: „sehr gut“ bis Note 10: „unbefriedigend“). Keiner der Patienten erwähnte ein Fremdkörpergefühl, alle Patienten sprachen von einem hohen Vertrauen in das Material Zirkonoxidkeramik und würden Zirkonoxidimplantate erneut als Therapie der Wahl wählen (Tab. 3).

Durchschnittliche SNR-Werte der einzelnen Bakterienspezies

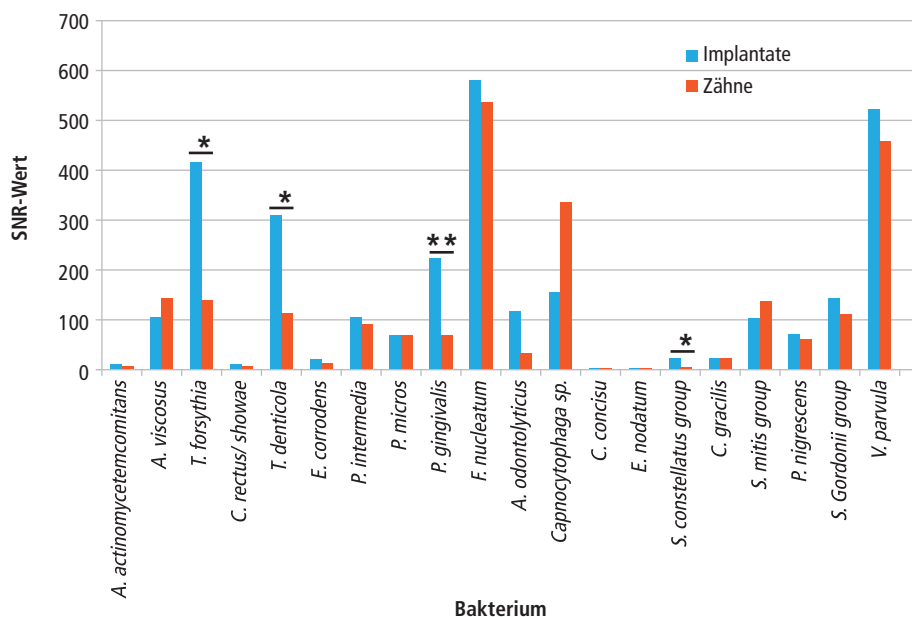
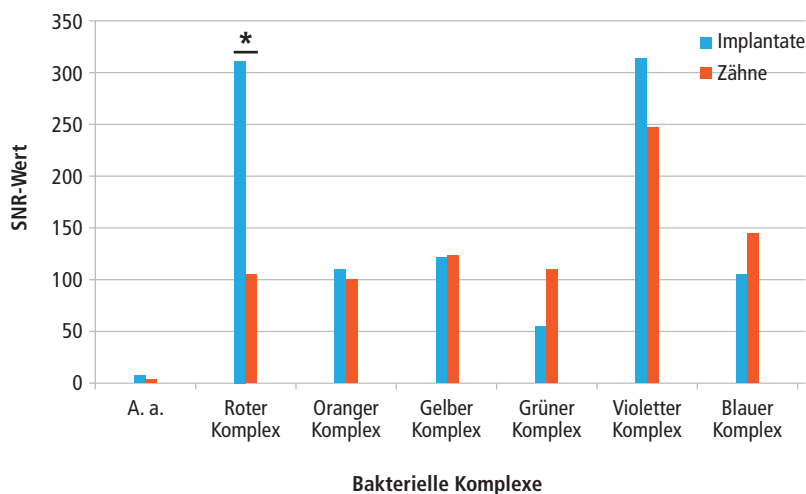


Abb. 1: SNR-Werte der 20 verschiedenen untersuchten Bakterien an den Zirkonoxidimplantaten und Kontrollzähnen. Signifikant höhere SNR-Werte konnten für T.f., T.d., S.c.g. (\*P < 0,05) und P.g. (\*\*P < 0,01) beobachtet werden.

Mikrobiologische Ergebnisse

Der mittlere SNR-Wert der um die Zirkonoxidimplantaten erhobenen Proben betrug 151 und der mittlere SNR-Wert der Proben der Kontrollzähne 119. Dieser Unterschied war statistisch nicht signifikant. Bei den SNR-Werten der 20 nachgewiesenen Bakterien wurden für *Fusobacterium nucleatum* und *Veillonella parvula* die höchsten Werte um Implantate und Zähne beobachtet. Signifikant höhere SNR-Werte für die Zirkonoxid-Implantatgruppe wurden für *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (A.a., \*P < 0,05), *Tannerella forsythia* (T.f., \*P < 0,05), *Tannerella denticola* (T.d., \*P < 0,05), *Porphyromonas gingivalis* (P.g., \*\*P < 0,01) und die *Streptococcus constellatus* Gruppe (S.c., \*P < 0,05) beobachtet (Abb. 1).

### Durchschnittliche SNR-Werte der einzelnen bakteriellen Komplexe



**Abb. 2:** SNR-Werte der verschiedenen Bakterienkomplexe an Zirkonoxidimplantaten und Kontrollzähnen. Signifikant höhere SNR-Werte konnten für den roten Komplex beobachtet werden (\* $P < 0,05$ ).<sup>14</sup>

Bei der Zuordnung der 20 nachgewiesenen Bakterien nach den von Socransky et al. (1998) veröffentlichten Bakterienkomplexen zeigten die Bakterien aus dem roten Komplex eine signifikant höhere Präsenz um die Zirkonoxidimplantate (\* $P < 0,05$ ) im Vergleich zur Kontrollgruppe (Abb. 2).<sup>14</sup> Die Abbildungen 3 und 4 zeigen einen grafischen Vergleich der Socransky-Komplexe um Zirkonoxidimplantate und natürliche Zähne. Abbildung 5a bis e zeigen klinische und röntgenologische Bilder von Zirkonoxidimplantaten in der Oberkieferfront. Das periimplantäre Knochenniveau und das Weichgewebe erscheinen stabil und infektionsfrei.

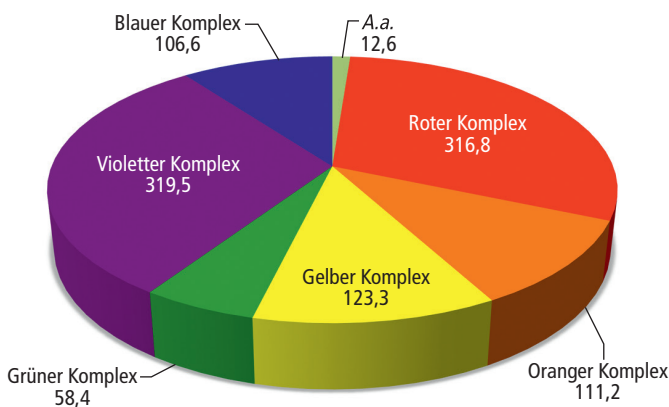
### Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden 83 Zirkonoxidimplantate bei 28 Patienten über eine mittlere Liegedauer von 7,8 Jahren untersucht. Klinische Parameter wie Approximalraum-Plaque-Index (API), Sulkus-Blutungs-Index (SBI), Sondierungstiefe (ST), vertikaler Attachmentverlust (PAL-V), Creeping Attachment oder Rezession der Gingiva (CR/REC) und der Pink Esthetic Score (PES) wurden an den Zirkonoxidimplantaten untersucht und mit 570 Kontrollzähnen (CT) verglichen. Die in die vorliegende Studie eingeschlossenen Patienten wurden bereits nach einer mittleren Liegedauer von einem Jahr untersucht. Dadurch ermög-

licht die vorliegende Follow-up-Untersuchung eine Aussage über den Langzeiterfolg der Zirkonoxidimplantate, die Stabilität des periimplantären Hart- und Weichgewebes und die mikrobielle Besiedlung der Implantate.

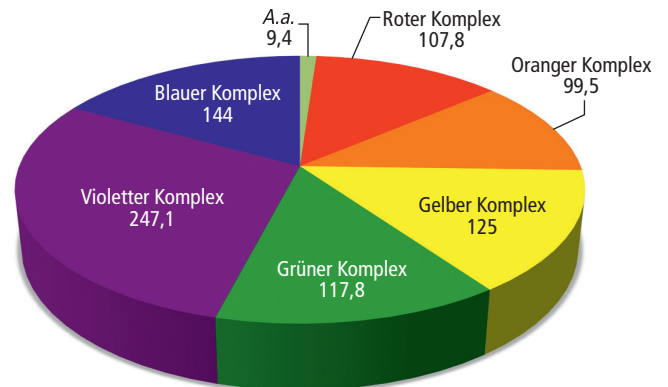
Die klinische Nachuntersuchung 7,8 Jahre nach Insertion ergab eine Überlebensrate von 100 Prozent. Technische Komplikationen an Implantaten und Suprastrukturen wurden nicht beobachtet. Die Untersuchung des Sulkus-Blutungs-Index zeigte keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Zirkonoxidimplantaten und Kontrollzähnen. Die Zirkonoxidimplantate zeigten eine statistisch signifikant geringere Plaqueanlagerung (\*\* $P < 0,01$ ), während die periimplantären Sondierungstiefen an den Implantaten signifikant höher waren (\*\* $P < 0,01$ ). Es muss jedoch erwähnt werden, dass der Unterschied zwischen beiden Gruppen bei den ST 0,17 mm betrug. Darüber hinaus zeigte die Implantatgruppe deutlich weniger Rezessionen. Diese Daten unterstreichen die gewebefreundlichen Eigenschaften von Zirkonoxidkeramiken. Das Ergebnis eines mittleren Pink Esthetic Score von  $9 \pm 2,7$  kann als ein durchschnittliches Ergebnis interpretiert werden. Diese Bewertung muss jedoch sorgfältig gewertet werden, da es sich beim PES um eine kumulative Bewertung mehrerer Einzelparameter handelt. Es ist zu berücksichtigen, dass in der vorliegenden Studie die Farbe der Gingiva unter den PES-Kriterien

### Durchschnittliche SNR-Werte der Implantate



**Abb. 3**

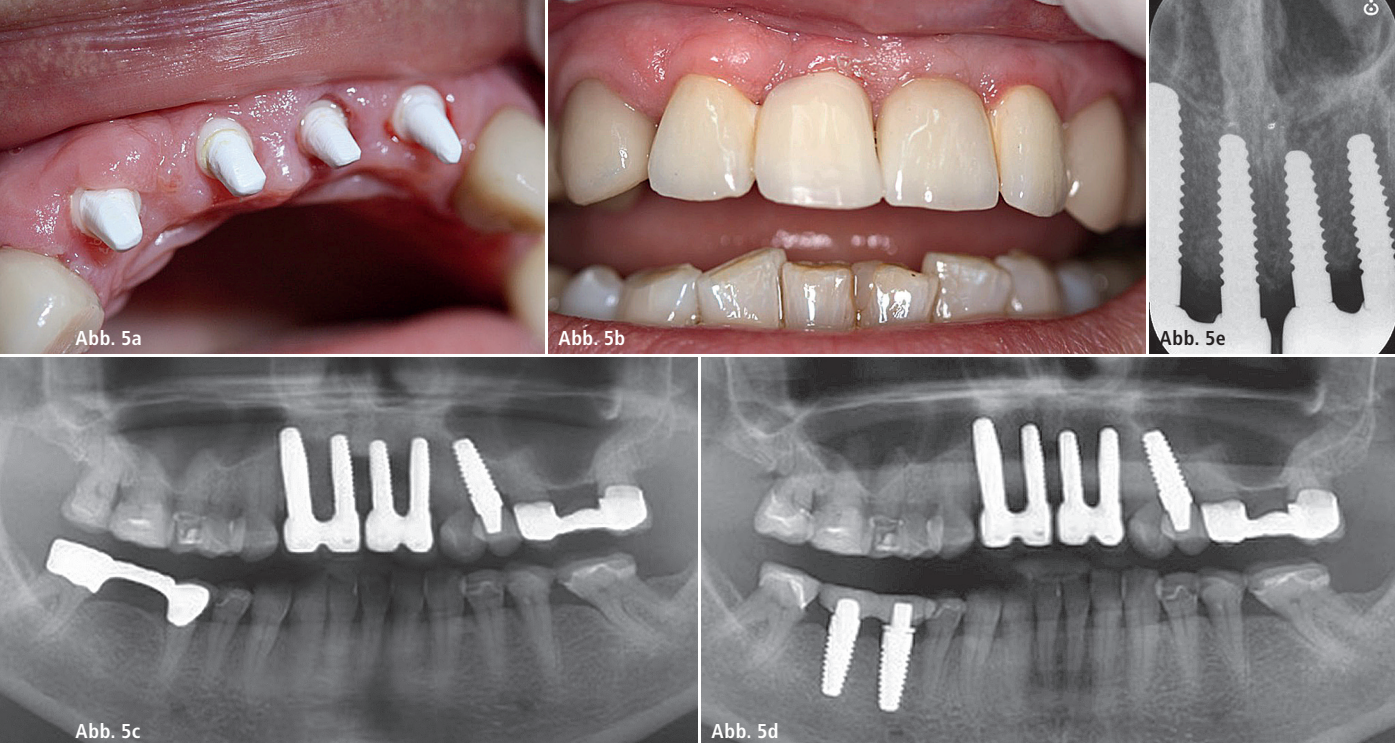
### Durchschnittliche SNR-Werte der Zähne



**Abb. 4**

**Abb. 3:** Überblick über den Anteil der verschiedenen Bakterienkomplexe an der Gesamtzahl der Bakterienmenge an den Implantaten.<sup>14</sup> – **Abb. 4:** Überblick über den Anteil der verschiedenen Bakterienkomplexe an der Gesamtzahl der Bakterienmenge an Kontrollzähnen.<sup>14</sup>





**Abb. 5a–e:** Klinische und radiologische Aufnahmen von Zirkonoxidimplantaten im Oberkiefer in Regio 12, 11, 21, 22. Die Implantate in den Regionen 24, 45, 46 wurden nicht für diese Studie untersucht. **a)** Implantate in Regio 12, 11, 21, 22 nach der Einheilphase und vor der endgültigen prothetischen Versorgung. **b)** Implantate in Regio 12, 11, 21, 22 bei der siebenjährigen Nachuntersuchung. **c)** Röntgenbild der Zirkonoxidimplantate in Regio 12, 11, 21, 22 nach der finalen prothetischen Behandlung. Das periimplantäre Knochenniveau erreicht die Implantatschulter. Keine Anzeichen einer akuten oder chronischen Infektion. **d)** Röntgenbild der Zirkonoxidimplantate in Regio 12, 11, 21, 22 bei der siebenjährigen Nachuntersuchung. Das periimplantäre Knochenniveau erreicht die Implantatschulter. Es sind keine Anzeichen einer akuten oder chronischen Infektion erkennbar. **e)** Nahaufnahme der Röntgenaufnahme der Zirkonoxidimplantate in Regio 12, 11, 21, 22 bei der siebenjährigen Nachuntersuchung. Das periimplantäre Knochenniveau erreicht die Implantatschulter. Es sind keine Anzeichen einer akuten oder chronischen Infektion erkennbar.

am besten abschnitt. Dieser Umstand unterstreicht einen Vorteil des Implantatmaterials Zirkonoxidkeramik die zahnähnliche Farbe.

Zusätzlich zur durchgeführten klinischen Untersuchung wurde in der vorliegenden Studie eine mikrobiologische Analyse durchgeführt. Die erhobenen Daten zeigten keinen statistisch signifikanten Unterschied in der Gesamtzahl der Bakterien. Interessanterweise wurde eine größere Menge an Bakterien, insbesondere Bakterien aus dem roten Komplex, in statistisch signifikant höheren Mengen an Zirkonoxidimplantaten nachgewiesen. Bakterien des roten Komplexes spielen eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Parodontitis.<sup>15</sup>

In einer retrospektiven multizentrischen Studie konnte kein Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Periimplantitis und der Anzahl der Bakterien nachgewiesen werden. Es zeigte sich jedoch, dass die Periimplantitis eine polymikrobielle anaerobe Infektion mit erhöhter Anzahl an anaeroben gramnegativen Bakterien ist.<sup>16</sup>

Die klinischen und mikrobiologischen Ergebnisse legen die Schlussfolgerung nahe, dass innerhalb der Implantatgruppe kleinere Mengen an Plaque eine höhere Menge an Bakterien des roten

Komplexes enthielten, was zu höheren Sondierungstiefen führte. Dies kann zu der Annahme führen, dass die mechanische Plaquekontrolle die Bakterienbelastung (insbesondere bestimmter Bakterienarten) nicht vollständig beseitigen kann.

Vergleicht man die Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung nach 7,8 Jahren mit den Ergebnissen der einjährigen Nachuntersuchung, so wird deutlich, dass das periimplantäre Hart- und Weichgewebe stabil zu sein scheint. Zu beiden Follow-up-Zeitpunkten waren die Plaqueakkumulation (API) und die Rezession des periimplantären Weichgewebes in der Implantatgruppe signifikant geringer als in der Kontrollgruppe.

Vergleicht man die mikrobiologische Kontamination der Implantate ein Jahr und 7,8 Jahre nach der Insertion, so wird deutlich, dass eine mögliche Verschiebung in der mikrobiologischen Population eingetreten ist. Zum einen stiegen die mittleren SNR-Werte um Zirkonoxidimplantate im Beobachtungszeitraum von 102,47 auf 151.

Im einjährigen Beobachtungszeitraum wurden *Tannerella forsythensis*, *Prevotella intermedia*, *Actinomyces odontolyticus*, *Prevotella nigrescens* und *Veillonella parvula* in signifikant höhe-

rer Anzahl an Zirkonoxidimplantaten identifiziert als bei natürlichen Zähnen. Demgegenüber wurden nach 7,8 Jahren Belastung signifikant höhere SNR-Werte in der Zirkonoxidimplantatgruppe für *Tannerella forsythia*, *Tannerella denticola*, *Pophyromonas gingivalis* und die *Streptococcus constellatus*-Gruppe beobachtet. Bezüglich der Zuordnung der Bakterien zu den Socransky-Komplexen war nach einem Jahr Belastung der violette Komplex statistisch signifikant mehr vorhanden, während nach 7,8 Jahren Belastung die Bakterien aus dem roten Komplex eine signifikant höhere Präsenz in den Proben von Zirkonoxidimplantaten zeigten. Der Vergleich der Ein-Jahres- und 7,8-Jahres-Daten zeigt, dass von einer Veränderung der mikrobiologischen Kolonisation ausgegangen werden kann, da die Gesamtmenge der gemessenen Bakterien zugenommen und sich die Zugehörigkeit der Bakterien zum aggressiveren roten Komplex verschoben hat. Dies scheint jedoch keine klinische Relevanz zu haben, da keine vermehrten Anzeichen einer Periimplantitis beobachtet werden konnten.

Im Rahmen der vorliegenden Studie ist deutlich zu erwähnen, dass es sich bei den untersuchten Zirkonoxidimplan-

# Zeramex

Die Zukunft: natürlich, weiss



## **Das Keramikimplantat**

Massgeschneiderte  
prothetische Flexibilität

Made in Switzerland  
– Since 2005

**ZERAMEX**  
natürlich, weisse Implantate

taten um einteilige Implantate ohne Verbindung zwischen Implantat und Abutment handelt. Die technischen und materiellen Fortschritte der letzten Jahre haben jedoch zu einer Weiterentwicklung der zweiteiligen Implantate aus Zirkonoxidkeramik geführt.

In einer kürzlich veröffentlichten Metaanalyse wurden das klinische Ergebnis, die Überlebensrate und der marginale Knochenverlust von Zirkonoxidimplantaten analysiert. Eine Metaanalyse von (insgesamt) 326 Patienten und 398 Implantaten mit einem Follow-up von bis zu 60 Monaten ergab ein Implantatüberleben von 95,6 Prozent und einen mittleren marginalen Knochenverlust von 0,79 mm nach zwölf Monaten. In dieser speziellen Überprüfung bewertete nur eine der neun eingeschlossenen Studien ein zweiteiliges Implantatsystem, während die anderen acht Studien ein einteiliges Implantatsystem untersuchten, wie in der vorliegenden Studie. Zwischen den Implantattypen konnte kein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich des marginalen Knochenabbaus beobachtet werden.<sup>17</sup>

In einem weiteren systematischen Review wurden 14 Artikel analysiert, wobei der Schwerpunkt auf der Überlebensrate lag. Die Gesamtüberlebensrate von ein- und zweiteiligen Zirkonoxidimplantaten wurde nach einem Jahr Funktion mit 92 Prozent berechnet. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass Zirkonoxidimplantate eine potenzielle Alternative zu Titanimplantaten darstellen. Kliniker sollten sich jedoch dem Mangel an Evidenz über langfristige Ergebnisse und den spezifischen Gründen für ein Scheitern bewusst sein.<sup>18</sup>

Eine weitere Studie zu Zirkonoxidimplantaten untersuchte ein relativ neues zweiteiliges Implantatsystem für den Einzelzahnersatz nach mindestens einem Jahr Belastung. Die kumulative Implantatüberlebensrate ein Jahr nach der Belastung betrug 87 Prozent. Alle Fehler wurden von den Autoren als Folge einer aseptischen Lockerung während der Osseointegrationsphase bezeichnet.<sup>19</sup> Eine ebenfalls etwas reduzierte Überlebensrate von zweiteiligen Keramikimplantaten konnte in einer klinischen Studie von Becker et al.

(2017) nachgewiesen werden.<sup>20</sup> Die Ergebnisse der vorgenannten Studie zeigen deutlich, wie wichtig der Umgang mit diesem spezifischen Implantattyp in Bezug auf biomechanische und biologische Bedingungen ist.

In der vorliegenden Studie konnte nachgewiesen werden, dass Implantate aus Zirkonoxidkeramik sehr gute Langzeitergebnisse aufweisen und in Bezug auf die veröffentlichten Ergebnisse den Standard-Titanimplantaten entsprechen. Es muss jedoch klar erwähnt werden, dass es sich bei dem untersuchten Implantatsystem um ein einteiliges Implantat handelt, ohne

---

**Durch den Einsatz klinischer und mikrobiologischer Methoden konnte die niedrige Plaqueaffinität und sehr hohe Weichgewebeverträglichkeit [...] nachgewiesen werden.**

---

designbezogene Schwächen wie einen Mikrosplatt. Für weitere Analysen ist es wichtig, die vorliegenden Ergebnisse mit zweiteiligen Zirkonoxidimplantatsystemen zu überprüfen. Dennoch heben die vorliegenden Ergebnisse die günstigen Eigenschaften von Zirkonoxidkeramik als Material für Zahnimplantate hervor und bestätigen sie wissenschaftlich. Weitere klinische Studien mit hohem Evidenzniveau und langen Nachbeobachtungszeiten sind notwendig, um zu belegen, dass Zirkonoxidimplantate eine echte Alternative zu Zahnimplantaten aus Titan sind. Nach den vorliegenden Daten muss ein besonderes Augenmerk auf das Zusammenspiel zwischen der Plaqueanhäufung und den periimplantären Bakterien, insbesondere denen des roten Komplexes, und den klinischen Anzeichen einer Periimplantitis gelegt werden. Die Ergebnisse dieser Forschung könnten mit einer neuen Perspektive auf die Parameter der Periimplantitis enden, die derzeit nur für Implantate auf Titanbasis bekannt sind.

Fazit

Die vorliegenden Ergebnisse der 7,8-jährigen Nachuntersuchung von einteiligen Zirkonoxidimplantaten stellen eine einzigartige Langzeitanalyse von Zirkonoxidimplantaten dar, insbesondere im Hinblick auf die mikrobiologische Analyse.

Durch den Einsatz klinischer und mikrobiologischer Methoden konnte die niedrige Plaqueaffinität und sehr hohe Weichgewebeverträglichkeit von Zirkonoxidimplantaten nachgewiesen werden. Sondierungstiefen und die mikrobiologische Kolonisation zeigten signifikant höhere Werte in der Zirkonoxidimplantatgruppe. Die Unterteilung der nachgewiesenen Bakterienarten ergab eine signifikant höhere Population von Bakterien des roten Komplexes, von denen bekannt ist, dass sie eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Parodontitis und Periimplantitis spielen. Im Vergleich zur einjährigen Nachuntersuchung derselben Population stellten die verschiedenen klinischen Parameter keinen wesentlichen Unterschied dar, während die mikrobiologische Analyse eine Verschiebung vom violetten zum roten Komplex ergab, jedoch ohne erkennbare klinische Konsequenz. Da wissenschaftlich wertvolle langfristige Daten von Zirkonoxidimplantaten in der Literatur rar sind, können die Ergebnisse der vorliegenden prospektiven Studie die Fähigkeit von Zirkonoxidimplantaten belegen, fehlende Zähne unter Erhalt der periimplantären Hart- und Weichgewebesgesundheit zu ersetzen.

*Die Ergebnisse des vorliegenden Fachbeitrages wurden als Originalarbeit im Journal „Clinical Implant Dentistry and Related Research“ publiziert.<sup>21</sup>*

**Kontakt**

**Dr. Nino Giuliani**

AllDent Zahnzentrum Frankfurt  
Kaiserstraße 1

60311 Frankfurt am Main

Tel.: 069 92883070

[www.alldent-frankfurt.de](http://www.alldent-frankfurt.de)

ZIBONE

The  
craft  
makes  
nature  
perfect.

