

# ZrO<sub>2</sub>-Keramikimplantate

## Humanhistologische Aspekte eines innovativen Implantatwerkstoffes

Seit einigen Jahren ist in der als abgeschlossen geglaubten Diskussion um den optimalen Implantatwerkstoff eine für die dentale Implantologie interessante Keramik aufgetaucht. Das in der zweiten Hälfte der 1990er-Jahre eingeführte prothetische Gerüstmaterial Zirkoniumdioxid (ZrO<sub>2</sub>) hat als einziger vollkeramischer Werkstoff quasi die gleiche prothetische Indikationsbreite erreicht wie dentale Metalllegierungen.

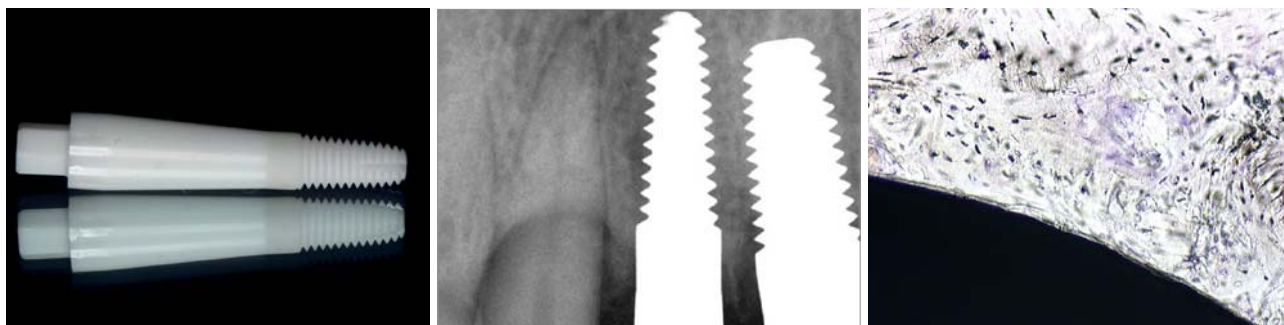
Dr. Thomas Arzt MOM/Bad Sobernheim, Prof. Dr. Dr. Hans-Albert Merten/Hannover, Prof. Dr. Dipl.-Chem. Alfred Patyk/Göttingen

■ Verantwortlich dafür sind seine außerordentlichen, physikalischen Eigenschaften in puncto Biegefestigkeit (900–1.200 MPa) und Härte (1.200Vickers).<sup>12,13</sup> Nach den positiven Erfahrungen im prothetischen Bereich lag es auf der Hand, dass dieser Werkstoff auch als Implantatmaterial in Betracht kommen wird. Die Zurückhaltung diesem Material gegenüber resultiert sicherlich größtenteils aus den Erfahrungen mit Aluminiumoxid-Keramiken in den 70er-Jahren (Frialit I, BioloX). Aluminiumoxid-Keramiken konnten sich nicht durchsetzen, da sie den Belastungen im Kausystem nicht zuverlässig standhielten.<sup>16</sup> Zirkoniumoxid-Keramiken hingegen sind Metalllegierungen in Bezug auf physikalische Belastbarkeit zumindest ebenbürtig.<sup>2,3,10</sup>

In der Implantologie hat sich Titan als Werkstoff breitflächig durchgesetzt. Dieses Material hat in unzähligen Studien bewiesen, dass es nahezu ein perfekter Implantatwerkstoff darstellt. Bruchstabilität und Osseointegrationsverhalten stehen bei korrekter Dimensionierung und Oberflächenkonditionierung von Titan-Implantaten außer Frage.<sup>1,4,8,9</sup> Die Biokompatibilität von Zirkonoxid-Keramiken ist in mehreren Studien untersucht worden und wird uneingeschränkt als gegeben angesehen. Bezüglich der Oberflächenkonditionierung gibt es vielfältige Ansätze, um das Osseointegrationsverhalten von Zirkonoxidimplantaten zu optimieren.<sup>8,10,14,17</sup> Im Rahmen dieses Artikels sollen ausschließlich histologische Aspekte bezüglich des Einheilverhaltens bzw. des Osseointegrationsbestrebens von ZrO<sub>2</sub>-Keramikimplantaten diskutiert werden.

### Material und Methode

In einer laufenden Studie werden ZrO<sub>2</sub>-Implantate (Easy-Kon, General Implants, VS-Villingen) auf ihr Osseointegrationsverhalten hin untersucht (Abb. 1). Der verwendete Implantattyp ist ein einteiliges Vollschraubenimplantat mit konischem Gewindeanteil. Die Oberfläche des enossalen Anteils wurde durch ein spezielles Ätzverfahren subtraktiv bearbeitet. Der extraossäre Anteil ist ebenso konisch gestaltet. Somit können divergierende Implantatachsen präparationstechnisch kompensiert werden. Die Implantation erfolgt ausschließlich in abgeheilte Kieferkammverhältnisse. Die Einteiligkeit des Implantattyps erfordert zwangsläufig eine ausreichende, intraoperative Primärstabilität. Diese wird bei einem Eindrehmoment von mindestens 50 Ncm als gegeben angesehen. Eine strukturelle Sofortbelastung ist systembedingt unumgänglich. Jedoch werden funktionelle Einflüsse durch entsprechende Einschleifmaßnahmen am Langzeitprovisorium weitestgehend eliminiert. Das Implantatsystem bietet bei nicht erreichbarer Primärstabilität für das ZrO<sub>2</sub>-Keramikimplantat ein konstruktiv identisches, zweiteiliges Titanimplantat (Easy-Fast, General Implants, VS-Villingen). Somit ist im Zweifel die Versorgung der Patienten auf konventionellem, implantologischen Wege (zweizeitiges Vorgehen) in der gleichen Sitzung stets gewährleistet. Im Rahmen dieser laufenden Studie konnte mit Zustimmung des Patienten ein osseointegriertes Implantat (Abb. 2) 16 Wochen nach Insertion durch Explantation einer histologischen Ex-



**Abb.1:** Einteiliges ZrO<sub>2</sub>-Keramikimplantat Easy-Kon (General Implants, VS-Villingen) mit oberflächenkonditioniertem enossalem Anteil, präparierbarem extraossären Anteil und hexagonalem Kopf für Einbringwerkzeuge. – **Abb.2:** Regio 12 Kontrollröntgenbild 16 Wochen post implantationem, unmittelbar vor Explantation. – **Abb.3:** Übersichtspräparat im Querschnitt. Zellarmer, kalzifizierter Lagerknochen mit lamellärem Aufbau, Osteone sind gegeneinander abgrenzbar (obere Bildhälfte), bindegewebsfreies Interface zwischen Knochen und ZrO<sub>2</sub>-Keramikimplantat.

# Das perfekte Zusammenspiel von Kraft und Präzision.



Kraft- und formschlüssige Verbindung

Übersichtlich und unkompliziert

Perfekte Passgenauigkeit

**Hotline: 0 18 01 - 40 00 44** zum Ortstarif

**Freefax: 0 80 00 - 40 00 44**



 **HENRY SCHEIN®**  
DENTAL DEPOT

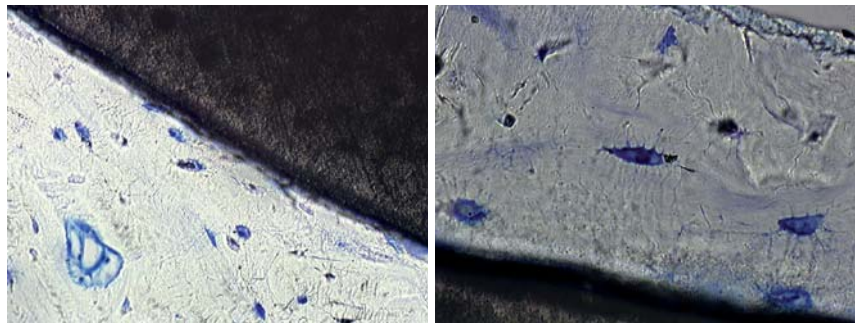
**alphatech®**  
Implantate



## IMPLANETWORK

- 3D-Implantatplanung
- Schablonengeführte Implantatinsertion
- unabhängig vom Implantat-system
- umfangreiche Implantat-datenbank mit mehr als 1800 Implantaten
- sicheres Backward Planning
- Verarbeitung von CT- und DVT-Daten
- einfache Kommunikation
- umfangreiche Auswahl an Bohrhülsen
- autoklavierbarer Kunststoff für die Bohrschablone
- sichere Umsetzungslösungen für zahnlose Kiefer

Rufen Sie uns an,  
kostenfrei 0800/5 28 60 00.



**Abb. 4:** Querschnittenes Blutgefäß (Haverscher Kanal). Vereinzelt, eingemauerte Osteozyten, z.T. direkt auf der Implantatoberfläche aufliegend. – **Abb. 5:** Vitale Osteozyten in unmittelbarer Nähe zur Implantatoberfläche, deutlich zu erkennende Zellausläufer bzw. Canaliculi mit direktem interzellulären und implantären Kontakt.

ploration zugeführt werden. Das Implantat war nur durch Osteotomie mittels Trepanbohrer zu entfernen.

Das Explantat war vollständig mit kalzifiziertem Gewebe bedeckt, soweit das klinisch beurteilbar ist. Die Fixierung des Präparates wurde mit 5%iger Formalinlösung durchgeführt. Die Aufarbeitung erfolgte durch Trenn-Dünnschliff-Technik<sup>6</sup> am unentkalkten Präparat und anschließender Toluidinblau-Färbung.

### Ergebnisse

Im vorliegenden Querschnittpräparat des humanen  $ZrO_2$ -Dentalexplantats (Abb. 3) imponiert das histologische Bild einer osteoadaptierten, d.h. osseointegrierten Implantatoberfläche. Definitionsgemäß sind lichtmikroskopisch keine bindegewebige Interponate im Interface zwischen den Knochenanwachsflächen des Implantats und dem Lagerknochen erkennbar.

Die Abbildung 3 zeigt das Übersichtspräparat im Querschnitt. Zellarmer, kalzifizierter Lagerknochen mit lamellärem Aufbau, Osteone sind gegeneinander abgrenzbar (obere Bildhälfte), bindegewebsfreies Interface zwischen Knochen und  $ZrO_2$ -Keramikimplantat. Die knöcherne Einscheidung des explantierten  $ZrO_2$ -Keramikimplantats kann – ähnlich wie bei Titanimplantaten – als Kontaktosteogenese beschrieben werden. Inwieweit eine mit Hydroxylapatit (HA) beschichteten Dentalimplantaten korrelierende sogenannte Verbundosteogenese zwischen Lagerknochen und  $ZrO_2$ -Keramikoberfläche vorliegt, kann anhand des vorliegenden singulären Humanexplantats nicht endgültig beantwortet werden. Hier sind weiterführende humanhistologisch relevante, tierexperimentelle Untersuchungen zwingend angezeigt (entsprechende experimentelle Forschungsaktivitäten sind zurzeit in Vorbereitung).

Der implantatnahe Kontakt vitaler Osteozyten mit anscheinbar „direkter Kontaktaufnahme“ der osteozytären Ausläufer (Canaliculi) mit der Implantatoberfläche sind jedoch als valider histomorphologischer Hinweis auf einen verbundähnlichen, osseointegrativen Charakter des untersuchten  $ZrO_2$ -Implantats zu interpretieren (Abb. 4 und 5).

Darüber hinaus zeigen Kittlinien von sekundär im periimplantären Lagerknochen im Rahmen der biomechanischen Implantatinkorporation entstandenen Osteone (Substitutionsosteone) ebenfalls einen direkten Kontakt zur  $ZrO_2$ -Keramikoberfläche.

### Diskussion

In den wenigen tierexperimentellen Untersuchungen wird lediglich die mit Titan vergleichbare Biokompatibilität von Zirkonoxid-Keramiken festgestellt. Tiefergehende, histologische Befunde bezüglich des Einheilmodus konnten nicht recherchiert werden.<sup>2,5,10,15</sup> Kohal et al. gibt in seiner Untersuchung an, kei-

nen signifikanten Unterschied zwischen Titan- und Zirkonoxidoberfläche bezüglich des Knochen-Implantat-Kontakts gefunden zu haben.<sup>11</sup>

Eine wissenschaftlich fundierte Evaluation des biologischen Einheilmodus und des Knochen-Implantat-Kontakts von ZrO<sub>2</sub>-Keramikimplantaten (Kontakt- vs. Verbundosteogenese) ist erst möglich nach Vorlage entsprechender Ergebnisse tierexperimenteller Untersuchungen. Sollte dies möglich sein, und ZrO<sub>2</sub>-Keramikimplantate nach den biofunktionellen Kriterien der sogenannten Verbundosteogenese knöchern inkorporiert werden, so bestünde hier jedenfalls ein bedeutender Unterschied zu den bisher gebräuchlichen Titanimplantaten. Die sich ergebenden Vorteile, wie z.B. eine nahtlose biofunktionelle knöcherne Inkorporation mit dem periimplantären Lagerknochen, mit der Konsequenz eines entsprechenden konzipierten und modifizierten Implantat-Insertions- und Belastungsprotokoll, wäre hierbei nur ein zu nennender Aspekt. Bei Titanimplantaten wird eine echte, ankylotische Implantateinheilung im lichtmikroskopischen Bild häufig nur vorgetäuscht (sog. pseudoankylotische Einheilung). Bei der hier vorliegenden verbundähnlichen, osseointegrativen Paarbildung zwischen der technischen Zirkonoxid-Keramikoberfläche und dem biologischen Lagerknochen scheint eine histomorphologisch echte, ankylotische, knöcherne Inkorporation vorzuliegen. Das vorliegende histologische Ergebnis lässt die Vermutung zu, dass bei

Zirkonoxidimplantaten ein bidirektionales ossäres Integrationsmuster zu beobachten ist. Im Sinne einer aktiven Osseointegration vollzieht sich die Neoossifikation im Interface hierbei bilateral, d.h. sowohl direkt auf Implantatoberfläche (ZrO<sub>2</sub>-Keramik) als auch auf der Implantatbetoberfläche (Lagerknochen). Bei einer passiven, d.h. unidirektionalen Osseointegration wird in der Regel die Implantateinheilung einzig von der regenerativen Potenz des Lagerknochens abhängig sein. Darüber hinaus ist unter mittel- bis langfristigen Aspekten die vergleichsweise geringe Plaque-Akkumulationsrate von ZrO<sub>2</sub>-Keramikimplantaten zu bewerten. Da horizontale und vertikale Knochenresorptionen zu den Hauptursachen des Implantatverlusts zählen, könnte man erwarten, dass sich durch die Kombination von Verbundosteogenese und minimaler Periimplantitisneigung eine weitaus bessere Langzeitprognose von ZrO<sub>2</sub>-Keramikimplantaten ergibt. ■

Eine Literaturliste kann in der Redaktion angefordert werden.

■ **KONTAKT**

**Dr. Thomas Arzt**  
 Neugasse 26  
 55566 Bad Sobernheim  
 E-Mail: ta@dr-thomas-arzt.de

ANZEIGE

www.AICimplant.com

**AIC World Meeting**  
 2009 THAILAND

**OSSTEM IMPLANT,**  
 The most dynamic evolution in the world!

2nd~3rd, May 2009  
**CENTARA GRAND HOTEL**  
 in Bangkok, Thailand

Besuchen Sie OSSTEM; IDS Köln  
 Hall 4.1 A008,A010,A019,C019

**PROGRAM**

3rd, May 2009

Session	Speaker	Subject	Moderator
<b>Opening</b>	09:30~10:00(30')	<b>Opening</b>	
<b>Session1</b>	10:00~10:45(45')	Dr. Suh, Bong-hyeun	Early/immediate loading in surgically compromised patient
	10:50~11:35(45')	Dr. Rajapsa Panichuttra	Esthetics CAD-CAM Abutments
	11:35~12:00(25')	<b>Q &amp; A</b>	
<b>Lunch</b>	12:00~13:00(60')	<b>Lunch</b>	
<b>Session2</b>	13:00~13:50(50')	Dr. Cho, Yong-seok	Advantages of OSSTEM GS Implant System
	13:55~14:40(45')	Dr. Jun, In-sung	Why we have to go to a sinus lifting with simultaneous implantation rather than delayed implantation
	14:40~14:55(15')	<b>Q &amp; A</b>	
<b>Break</b>	14:55~15:15(20')	<b>Break</b>	
<b>Session3</b>	15:15~16:00(45')	Dr. Christopher Sim	An Assessment of the Clinical Performance of GSII Implant System
	16:05~16:50(45')	Dr. Sung, Moo-gyung	Comprehensive approach in poor bone quality
	16:55~17:30(35')	Dr. Cho, Yong-seok	Advantages of OSSTEM GS Implant System
	17:30~18:00(30')	<b>Q &amp; A</b>	
<b>Closing</b>	18:00	<b>Closing</b>	



# *Planmeca Romexis einzigartige*



*Besuchen Sie uns  
auf der IDS 2009:  
Stand G/H 010/011 in Halle 11.1.*



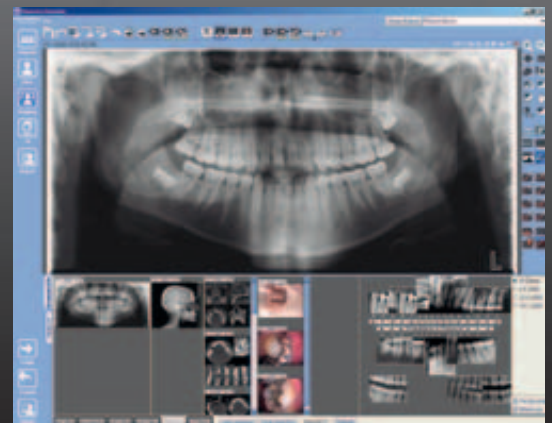
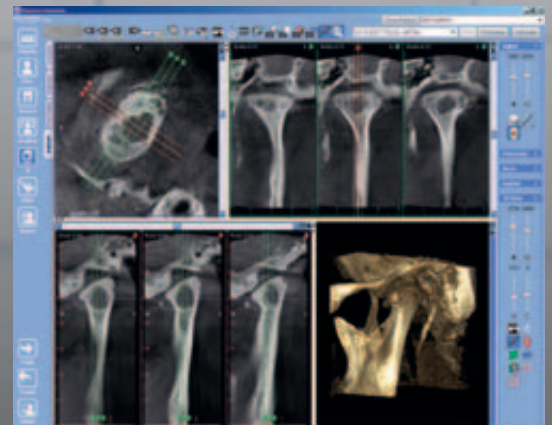
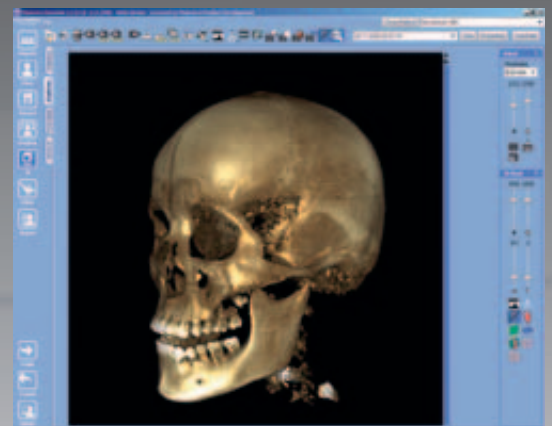
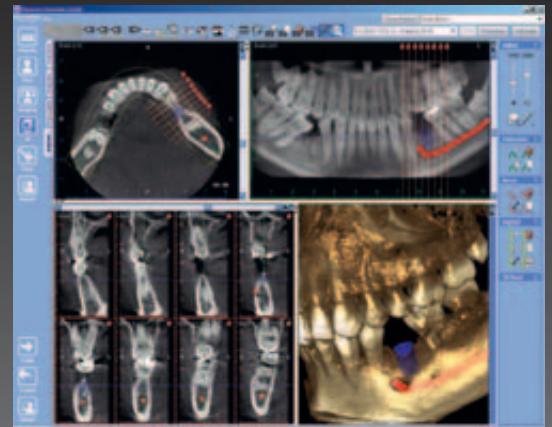
**PLANMECA Vertriebs GmbH**  
Walther-Rathenau-Str. 59, 33602 Bielefeld  
Tel. 0521 - 560665-0, Fax 0521 - 560665-22  
verkauf@planmeca.de, www.planmeca.de

# Software

Lösung für alle  
Anforderungen



Planmeca Romexis ist die beste Wahl der Software für zahnmedizinische Zwecke. Alle digitalen Patientenaufnahmen- wie intraorale und extraorale Röntgen- oder Kameraaufnahmen und auch 3D Volumen können über eine einzige, benutzerfreundliche Bedienoberfläche angefertigt, bearbeitet und gespeichert werden. Planmeca Romexis bietet die Komplettlösung zur Ansicht von Aufnahmen, Bildbearbeitung, Vermessungen sowie Implantatplanung und bindet die Aufnahmen sofort in andere klinische Information über den Patienten ein. Planmeca Romexis ermöglicht die direkte Einbindung aller bildgebenden Geräte von Planmeca. Es existieren Schnittstellen zu Geräten von Drittanbietern. Diese können via TWAIN eingebunden werden. Die Planmeca Romexis Bildbearbeitungssoftware ist vollständig DICOM-kompatibel. Planmeca Romexis ist eine JAVA-basierende Software, die auf Windows-, Mac OS- oder Linux-Betriebssystemen zusammen mit anderen modernen IT-Standards betrieben werden kann.



**PLANMECA**