2 CME-Punkte

Die Patientennachfrage nach metallfreiem Zahnersatz steigt, dementsprechend hält vollkeramischer Zahnersatz mit Inlays, Teilkronen, Kronen, Brücken und Abutments Einzug in die zahnärztliche Praxis. Zirkoniumdioxid hat sich aufgrund seiner mechanischen Eigenschaften speziell als Gerüstmaterial für metallfreien Zahnersatz etabliert. Bei der Anwendung dieses Materials als Implantatmaterial geht diese Entwicklung zwar etwas schleppender voran, hat aber in den vergangenen zwei Jahren durchaus aufgeholt. Mittlerweile existieren mehrere Hersteller, die vollkeramische Implantate anbieten. Für den behandelnden Zahnarzt stellt sich die Frage, welche Systeme gibt es und sind diese mittlerweile so etabliert, dass man sie seinen Patienten bedenkenlos anbieten kann?

Dr. Jonas Lorenz
[Infos zum Autor]

Priv.-Doz. Dr. Dr. Shahram Ghanaati
[Infos zum Autor]

Literatur

Keramikimplantate – eine Übersicht

Dr. Jonas Lorenz, Dr. med. dent. Jens Holländer, Priv.-Doz. Dr. Dr. Shahram Ghanaati, Prof. Dr. Dr. Dr. Robert Sader

Bereits in der Anfangsphase der modernen Implantologie gab es Bemühungen, dentale Implantate aus Keramik zu entwickeln. Als Ausgangsmaterial wurde bei diesen Implantaten in der Regel Aluminiumoxid (Al_2O_3) verwendet. In den 1960er-Jahren konzipierte Sami Sandhaus, neben Willi Schulte einer der Pioniere auf diesem Gebiet, das CBS-Implantat („CBS": crystalline bone screw). Das CBS-System bestand aus Aluminiumoxid und ist noch heute, wenn auch in leicht modifizierter Form, unter dem Namen „Sigma-Implantat" (Incermed) auf dem Markt erhältlich.[1]

Eduard Mutschelknauss berichtete 1970 über die enossale Implantation von Vitadur®-Porzellankörpern.[2] Diese Implantate wurden in einer um 35 bis 45 Grad von der senkrechten Achse abweichenden Richtung divergierend zueinander implantiert. Über einen Steg konnte anschließend die spätere Prothese verankert werden. Der Autor wies auf die positiven Eigenschaften der metallfreien Implantate, wie Gewebefreundlichkeit, Korrosionsbeständigkeit, eine geringe Plaqueadhäsion sowie die elektroneutrale Reaktion in einem sauren Mundmilieu hin.

Das wohl bekannteste System aber ist das unter Professor Schulte entwickelte Tübinger Sofortimplantat, dessen Erstbeschreibung im Jahre 1976 erfolgte.[3] Auch dieses Implantat bestand aus Aluminiumoxid. Schareyka untersuchte diesen Implantattyp im Jahre 1978 bezüglich der Sulkusfluid-Fließrate (SFFR). Für die SFFR konnte an den Implantaten ähnliche Werte wie an den natürlichen Zähnen gefunden werden.[4]

Eine Studie über einen Zeitraum von 15 Jahren dokumentierte im Jahre 1992 aber auch die Schwachstelle dieses Implantatsystems: Es stellte sich heraus, dass Misserfolge sich vornehmlich in der Einheilphase einstellen. Außerdem gingen Implantate durch Frakturen verloren.[5] Als Weiterentwicklung des Tübinger Sofortimplantats gilt das zweizeitige FRIALIT-2-System.

Eine Modifikation des ursprünglichen Tübinger Sofortimplantats war das FRIALIT-Implantat vom Typ München. Es wurde im Sinne eines Spätimplantats verwendet. Das Konstruktionsprinzip lehnte sich weitgehend an das Tübinger Implantat an, es war jedoch im zervikalen Bereich schmaler gestaltet.[6,7] Die Materialeigenschaften der Al_2O_3-Implantate machten es erforderlich, ein anderes Ausgangsmaterial für die Herstellung keramischer Implantate zu nutzen. Seit einigen Jahren steht dafür Zirkoniumdioxid (ZrO_2) zur Verfügung.

Werkstoffkunde von Zirkoniumdioxid

Derzeit erleben dentale Implantate aus Keramik eine Renaissance. Konnte sich die Aluminiumoxidkeramik als Implantatmaterial im zahnmedizinischen Bereich nicht durchsetzen, so könnte es sich mit Zirkoniumdioxid (ZrO_2) als Material für enossale Implantate anders verhalten. Ermöglicht wird dies durch die besonderen Eigenschaften dieses Materials. Dazu zählen die hohe Biegefestigkeit (1.200 MPa), hohe Härte (1.200 Vickers), hohe Druckfestigkeit (2.000 MPa), der Elastizitätsmodul (210 GPa) und der Weibull-Modulus (10–12).[8,9]

In der Medizin wird Zirkoniumdioxid vor allem als Ersatz von Hüftgelenken, aber auch als Ausgangsmaterial zur Fertigung von Gehör- und Fingerendoprothesen verwendet.[10,11] In der Zahnmedizin wird es in der Kieferorthopädie für Brackets[12], in der zahnärztlichen Prothe-

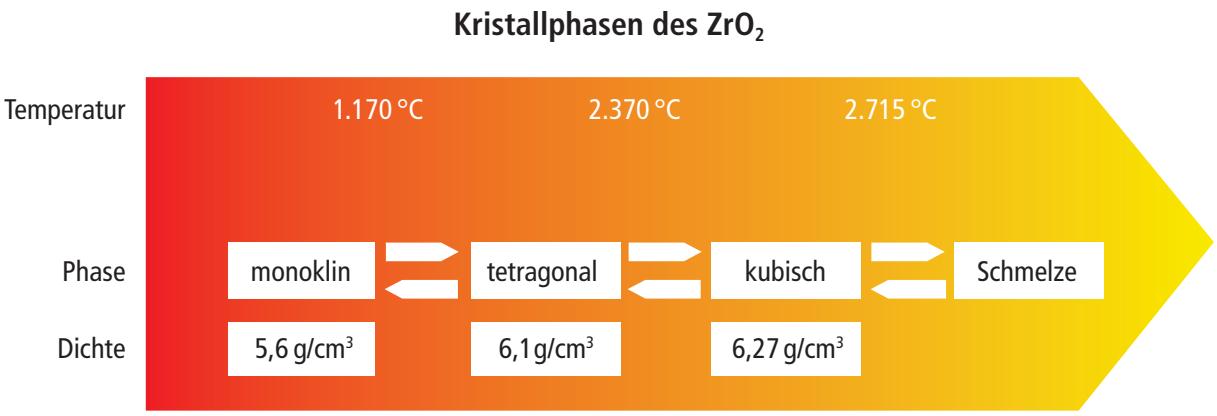


Abb. 1: Übersicht über die Dichte und die Temperaturen der drei Phasen.

tik als Material für Wurzelstifte[13], Kronen und Brücken verwendet.[14] In der Chirurgie kann es als Ausgangsmaterial für Abutments[15] und Implantate[8,16–18] verwendet werden.

Zirkoniumdioxid kann in drei unterschiedlichen Modifikationen vorliegen: monoklin, tetragonal und kubisch. Den Übergang von der einen Form zur anderen bezeichnet man Phasentransformation der Kristallstruktur. Die in der Natur vorkommende monokline Form wird als Baddeleyit (Zirkonerde) bezeichnet. Diese Form ist bis circa 1.170 Grad Celsius stabil. Bei Temperaturen über 1.170 Grad Celsius erfolgt die Umwandlung in die tetragonale Form. Bei einer weiteren Temperatursteigerung auf über 2.370 Grad Celsius liegt schließlich die kubische Form vor. Der Schmelzpunkt liegt bei 2.715 Grad Celsius[10,19]. Mit steigender Temperatur erhöht sich auch die Dichte der jeweiligen Phase (s. Abb. 1). Der vergleichsweise große Unterschied der Dichten zwischen der monoklinen und der tetragonalen Form birgt bei einem Modifikationswechsel gewisse Probleme in sich. So kommt es hierbei zur Bildung von Sprüngen und Rissen, die durch eine Volumenabnahme bei der Umwandlung von der monoklinen in die tetragonale Phase entstehen. Umgekehrt entsteht bei der Umwandlung von der tetragonalen in die monokline Phase eine Volumenexpansion, welche bei etwa vier Prozent liegt.[10] Diese Eigenschaft macht man sich als Verstärkungsmechanismus zunutze. Die sogenannte Transformationsfestigung bewirkt an der entsprechenden Stelle eine Druckspannung, welche den Riss wieder zusammendrückt und so die Rissausbreitung verhindert. Voraussetzung hierfür ist die Stabilisierung der tetragonalen Phase mit einem Oxid aus der Gruppe der Seltenerdmetalle. Dazu wird bei der Fertigung von zahnmedizinischen Produkten vor allem Yttrium (Y), in Form des Oxids (Y_2O_3), verwendet.

Wie auch bei anderen Keramiken gilt ebenso bei ZrO_2: Keramik ist nicht gleich Keramik. Je nach Anwendungszweck kann auch die kubische Form stabilisiert werden („CSZ": cubic stabilized zirconia). Grundsätzlich unterscheidet man je nach Konzentration des zugesetzten Oxids zwischen teilstabilisiertem („PSZ": partially stabilized zirconia) und vollstabilisiertem („FSZ": fully stabilized zirconia) Zirkoniumdioxid. Die teilstabilisierte Form weist im Vergleich zur vollstabilisierten Form einen verringerten Anteil des zugesetzten Oxids auf. Bei PSZ-Keramiken wird in der Regel versucht, die kubische Phase zu stabilisieren. Dennoch liegt gleichzeitig auch die monokline und tetragonale Phase in diesem Material vor.[20] Der Begriff TZP (tetragonal zirconia polycrystals) bezeichnet Keramiken, die zu 100 Prozent aus der tetragonalen Phase des ZrO_2-Y_2O_3-Systems bestehen. Während sich zur Herstellung von PSZ-Keramiken bereits Rohstoffe als geeignet erweisen, die hinsichtlich der chemischen Reinheit nur mäßigen Anforderungen genügen, so gilt eine extrem hohe chemische Reinheit als eine Grundvoraussetzung für Ausgangsmaterialien, die zur Herstellung von TZP-Keramiken dienen[10,11,21] Keramische Implantate bestehen in der Regel aus einer Y-TZP-A-Keramik (z. B. Y-TZP-A BIO-HIP®, Metoxit AG). Diese weist im Vergleich zur Y-TZP-Keramik zusätzlich einen geringen Anteil an Al_2O_3 von 0,25 Prozent auf. Dieses Material wird durch herstellungstechnische Verfahren bezüglich seiner Materialeigenschaften optimiert. Der als „HIP-Prozess" bezeichnete Vorgang („HIP": hot isostatic postcompaction) erlaubt die Herstellung eines Materials mit praktisch 100 Prozent dichter Struktur. Auf diese Weise entstehen Materialien mit gleichmäßig feiner Korngröße und hohem Reinheitsgrad. Der HIP-Prozess wird dem Sintern nachgeschaltet und erfolgt bei Temperaturen etwas unterhalb der normalen Sintertemperatur unter hohem Druck und unter Schutzgasatmosphäre (Argon). Das Ergebnis ist eine Verringerung des Poren- und Fehleranteils bei gleichzeitiger Erhöhung von Dichte und Reinheit. Die Anwendung des HIP-Prozesses führt nachweislich zu einem verringerten Bruchverhalten („MOR": modulus of rupture).[22]

Allgemeine Aussagen bezüglich der mechanischen Degradation („Alterung") in flüssigem Milieu sind allerdings schwer zu treffen, da TZP-Keramiken aus verschiedenen Qualitätsstufen des Ausgangsmaterials bestehen und unterschiedlichen Bearbeitungsprozessen unterworfen sein können. Ichikawa und Mitarbeiter konnten keine Veränderung der Biegefestigkeit von TZP-Testkörpern nach Lagerung an der Luft, in Salzwasser und in subkutanem Gewebe von Ratten feststellen.[23] Clarke, Lepistö und Mäntylä konnten experimentell beweisen, dass die Stabilität der TZP-Keramiken in einer feuchten Umgebung durch bestimmte Parameter kontrolliert werden kann.[24]

Bezeichnung	Einheit	TZP	TZP-A	ATZ	FSZ	PSZ
Bestandteile		ZrO_2/Y_2O_3	$ZrO_2/Y_2O_3/Al_2O_3$	$ZrO_2/Al_2O_3/Y_2O_3$	ZrO_2/Y_2O_3	ZrO_2/MgO
Zusammensetzung	%	95/5	95/5/0,25	76/20/4	90/10	96,5/3,5
Dichte	g/cm^3	6,05	6,05	5,5	5,8	5,7
Offene Porosität	%	0	0	0	0	0
Korngröße	µm	0,4	0,35	0,4	10	20
Härte Vickers	Hv	1.200	1.200	1.400	1.200	1.500
Härte Mohs		8	8	8	8	>8
Druckfestigkeit	MPa	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Biegefestigkeit	MPa	1.000	1.200	2.000	250	500
Elastizitätsmodul	GPa	200	210	220	150	200
Bruchzähigkeit K_{Ic}	$MN/m^{3/2}$	8	8	8	–	10

Tab. 1: Zusammensetzung und Materialeigenschaften der unterschiedlichen Arten von Zirkoniumdioxid.[9]

Dazu zählen die Konzentration des stabilisierenden Oxids, dessen Verteilung innerhalb der Keramik, die Korngröße und die Eigenspannung des Materials.
Aber auch bei TZP-A-Keramiken gibt es Bemühungen, die Materialeigenschaften noch weiter zu verbessern. Die Erhöhung des Aluminiumoxidanteils von 0,25 Prozent auf 20 Prozent führt zu einer Erhöhung der Parameter Härte (Vickers), Biegefestigkeit und Elastizitätsmodul (siehe Tab. 1). Dieses Material wird als „Ziraldent®" bezeichnet. Bisher ist erst ein Implantatsystem erhältlich, das aus diesem Material besteht (Ziraldent®-Implantat, Metoxit AG).
Neben den bereits diskutierten mechanischen Materialeigenschaften gibt es noch weitere Eigenschaften, die Zirkoniumdioxid als Ausgangsmaterial für dentale Implantate empfehlen. Die Plaqueadhäsion und der damit verbundene potenzielle Einfluss auf das Entzündungsverhalten der Gingiva wurden in der Literatur für Zirkoniumdioxid und Titan untersucht. In einer Studie von Scarano et al. wurden kleine Scheiben beider Materialien mit vergleichbarer Oberflächenrauigkeit in der Molarenregion von insgesamt zehn Patienten platziert.[25] Nach 24 Stunden wurden diese wieder entfernt und das Ausmaß der Keimbesiedlung elektronenmikroskopisch ermittelt. Dabei zeigte sich eine signifikant geringere bakterielle Besiedlung auf den Zirkoniumdioxidscheiben im Vergleich zu den Scheiben aus Titan. Rimondini et al. konnten diese Ergebnisse bestätigen.[26] Andere Autoren beschreiben, dass die Plaqueaffinität von Zirkoniumdioxid im Vergleich zu Titan lediglich die Hälfte beträgt.[27]
Bisher ist kein Fall von Abstoßung oder medizinischer Unverträglichkeit mit TZP bekannt. Bei Biokompatibilitätstests mit Lymphozyten, Monozyten und Makrophagen ergaben sich in vitro keine Anzeichen für eine Zytotoxizität oder eine Erhöhung des Tumornekrosefaktors α (TNF-α). Auch in vivo konnten im Weich- und Hartgewebe keine Anhaltspunkte für eine Zytotoxizität festgestellt werden.[20] Anders verhält es sich bei Titan, aber gibt es wirklich eine „echte" Titanallergie?

Titan: Allergie oder Überempfindlichkeit?

Titan gilt seit Jahren als Mittel der Wahl für dentale Implantate. Es zeichnet sich durch ein hervorragendes Korrosionsverhalten und eine im Regelfall gute immunologische Verträglichkeit aus. Dennoch werden in der Literatur Fälle von Titanunverträglichkeiten beschrieben. Dabei gilt es zu differenzieren, ob Unverträglichkeiten bzw. Allergien auf das Titan selber, auf das Implantat verunreinigendes Metall oder Bestandteile von Titanlegierungen (wie Aluminium, Nickel oder Vanadium) zurückzuführen ist. Thomas et al. konnten zeigen, dass auch Reintitan Spuren von Nickel enthalten kann, welches aus dem Ausgangsmaterial der Umschmelzblöcke stammt.[28]
Die Titanunverträglichkeit ist keine Allergie, sondern vielmehr die Folge einer gesteigerten Entzündungsreaktion. Die individuelle Unverträglichkeit von Titan nach Kontakt mit Titanpartikeln beruht nicht auf der Anwesenheit (Titan-)spezifischer Lymphozyten, sondern auf einer verstärkten Entzündungsbereitschaft unspezifischer Immunzellen (Monozyten, Gewebemakrophagen). Somit handelt es sich definitionsgemäß auch nicht um eine Allergie. Titanpartikel können vom Implantat an die Umgebung abgegeben werden. Diese werden dann von Makrophagen phagozytiert und können bei entsprechender Prädisposition eine Entzündungsreaktion auslösen, die über die proinflammatorischen Schlüsselzytokine TNF-α und IL-1β vermittelt wird. Diese Zytokine vermitteln eine Vielzahl biologischer Effekte, wie beispielsweise eine erhöhte Osteoklastenaktivität. Ob eine solche Entzündungsreaktion zu erwarten ist, kann vor der Implantation mit einem Titanstimulationstest detektiert werden.[29] Dieser erfasst die Zytokinreaktion der Gewebemakrophagen nach Kontakt mit Titanpartikeln. Eine Freisetzung der proinflammatorischen Zytokine durch die Makrophagen ist physiolo-

gisch. Individuell unterschiedlich ist jedoch das Ausmaß der Immunantwort. Ein positiver Test stellt jedoch keine absolute Kontraindikation für ein Titanimplantat dar. Jedoch sollten in einem solchen Fall Alternativen (z. B. Keramikimplantate oder herausnehmbarer Zahnersatz) in Betracht gezogen und prophylaktische Maßnahmen (Mundhygiene, Raucherentwöhnung, usw.) intensiviert werden. Da Typ-IV-Sensibilisierungen aufgrund der hohen Oxidationstendenz des Titans wohl eher eine Rarität sind, ist die Durchführung eines Lymphozyten-Transformationstests dagegen von geringerer Bedeutung. Titanionen bilden aufgrund ihrer hohen Sauerstoffaffinität unmittelbar nach ihrer Freisetzung Oxide. Im Gegensatz zu freien Ionen können Oxide nicht an Proteine gebunden werden. Dies hat zur Folge, dass keine Haptene entstehen, die ein allergenes Potenzial besitzen.[30]

In der orthopädischen Fachliteratur finden sich Kasuistiken, die über Unverträglichkeiten von Reintitan auf Gelenkersatz berichten.[31] Dabei werden die Abriebpartikel des Titans als mögliche Ursache genannt. Weingart et al. konnten tierexperimentell zeigen, dass Titanpartikel neun Monate nach Insertion von Titanimplantaten in den regionalen Lymphknoten nachweisbar sind.[32]

Aufgrund dieser Erfahrungen und Studienergebnisse bietet sich in der oralen Implantologie die Anwendung eines Materials an, das Überempfindlichkeiten vermeidet und der steigenden Nachfrage der Patienten nach metallfreien Restaurationen gerecht wird. Mittlerweile existieren mehrere Publikationen, die sich mit der Anwendung von Zirkoniumdioxid in der Implantologie befassen.

Studien mit Keramikimplantaten

Tierexperimentelle und histologische Untersuchungen

Es gibt eine Reihe von histologischen Studien zur Knochenreaktion von Zirkoniumdioxidimplantaten.[17,33–42] Überwiegend beschreiben diese Untersuchungen die Einheilung in den Knochen über den prozentualen Anteil des Knochen-Implantat-Kontakts („BIC": bone-implant contact) nach einer bestimmten Einheilzeit. Kohal et al. verglichen 2003 im Affen-Modell den BIC von Titan- und ZrO_2-Implantaten nach einer Einheilzeit von 14 Monaten.[17] Der BIC für die Titanimplantate lag nach diesem Zeitraum bei 72,7 Prozent ± 14 Prozent, für die ZrO_2-Implantate bei 67,4 Prozent ± 17 Prozent. Der Unterschied erwies sich als statistisch nicht signifikant.

Im Kaninchen-Modell konnten Sollazzo et al. nach einem Zeitraum von vier Wochen einen BIC von 31,8 Prozent ± 3,05 Prozent für Titan- und 43,8 Prozent ± 2,05 Prozent für ZrO_2-beschichtete Implantate detektieren.[41] Hier erwies sich der Unterschied in Bezug auf den BIC als statistisch signifikant zugunsten der Zirkoniumdioxidgruppe.

Depprich et al. hingegen konnten im Tiermodell mit Minischweinen hinsichtlich der Osseointegration keinen Unterschied auf elektronenmikroskopischer Ebenen zwischen Titan und ZrO_2 feststellen.[37]

In einer aktuellen Untersuchung konnten Stadlinger et al. tierexperimentell zeigen, dass der BIC für subgingival

ANZEIGE

DURAPLANT® 2.2

Erfahren Sie mehr auf
www.duraplant.com

www.zl-microdent.de
Telefon 49 (0) 2338 801-0

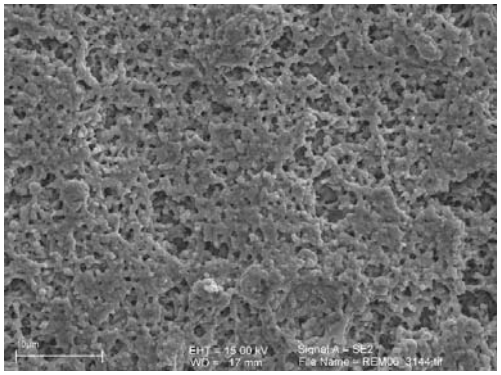


Abb. 2: Die ZircaPore®-Oberfläche des Ziraldent®-Implantats stellt eine mikroporös gesinterte Grenzschicht dar.

eingeheilte Implantate aus ZrO_2 und Titan nach 16 Wochen jeweils 53 Prozent betrug.[42] Für transgingival eingeheilte ZrO_2-Implantate lag der Wert bei 48 Prozent.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Implantate aus Zirkoniumdioxid in etwa die gleichen Werte für den BIC aufweisen wie Implantate aus Titan. Es sei aber darauf hingewiesen, dass im Umgang und mit der Gestaltung von Titanoberflächen hinsichtlich der Knochenheilung jahrzehntelange klinische Erfahrungen und zahlreiche experimentelle Untersuchungen vorliegen, wobei dies für Zirkoniumdioxid bisher noch nicht der Fall ist. Es bliebe also zu klären, inwiefern in die Gestaltung der Oberflächen von Keramikimplantaten noch Entwicklungspotenzial in sich birgt. Derzeit experimentieren nach eigenen Angaben mehrere Hersteller mit unterschiedlichen Oberflächen, die eine möglichst rasche Einheilung in den Knochen ermöglichen sollen. Studienergebnisse dazu stehen aber noch aus.

Klinische Untersuchungen

In einem kürzlich veröffentlichten Review,[43] in dem geprüft wurde, ob Keramikimplantate eine brauchbare Alternative zu Titanimplantaten darstellen, konnte festgestellt werden, dass in der internationalen Literatur nur drei klinische (retrospektive) Studien[18,44,45] über Zirkoniumdioxidimplantate existieren. Nachfolgend sollen diese drei Untersuchungen in Kürze skizziert werden. Für den detaillierten Studienablauf sei auf die jeweiligen Literaturstellen verwiesen.

Mellinghoff untersuchte 2006 71 Patienten mit insgesamt 189 einteiligen Implantaten (vom Typ Z-Look 3, Z-Systems, Oensingen, Schweiz) mit einer mittleren Liegedauer von 8,2 Monaten.[18] Von 189 Implantaten mussten neun vorzeitig explantiert werden, was einer In-situ-Rate von 95,2 Prozent entspricht. Von neun Implantaten gingen acht innerhalb von dreieinhalb Monaten (Durchschnittswert), also innerhalb der Einheilphase, verloren. Gründe dafür waren eine erhöhte Implantatbeweglichkeit und die Fraktur eines Implantats kurz nach der prothetischen Versorgung.

Oliva et al. untersuchten im Jahre 2007 insgesamt 36 Patienten mit 100 einteiligen Implantaten (vom Typ CeraRoot, Oral Iceberg) nach einer Liegezeit von etwa einem Jahr.[45] Im Rahmen dieser Untersuchung wurden Implantate mit zwei unterschiedlichen Oberflächen miteinander verglichen (jeweils 50 Implantate pro Oberfläche). Die Implantate wurden in allen Regionen des Kiefers inseriert.

Zwei Implantate gingen 15 Tage nach dem chirurgischen Eingriff verloren. In beiden Fällen wurden die Implantationen simultan mit einem Sinuslift durchgeführt, wobei die Knochenhöhe weniger als 5 mm betrug. Das entspricht einer In-situ-Rate von 98 Prozent nach einem Jahr. Die verbliebenen Implantate zeigten keine Perkussionsempfindlichkeit, keine Blutung auf Sondieren, keine Entzündungszeichen, keine Implantatmobilität oder röntgenologische Auffälligkeiten.

Lambrich und Iglhaut verglichen im Jahre 2008 die Überlebensrate von Zirkonoxid- und Titanimplantaten.[44] Insgesamt wurden bei 124 Patienten 361 Implantate (234 Titan-/127 Zirkoniumdioxidimplantate) nachuntersucht. Alle prothetischen Indikationen wurden einbezogen. Die mittlere Liegedauer betrug 21,4 Monate. Dabei lag die Überlebensrate der Titanimplantate im Oberkiefer bei 98,4 Prozent, im Unterkiefer bei 97,2 Prozent. Bei den Zirkoniumdioxidimplantaten hingegen lag die Überlebensrate im Oberkiefer bei 84,4 Prozent und im Unterkiefer bei 98,4 Prozent. Dieser Unterschied zwischen den beiden Kiefern erwies sich mit $p < 0,05$ als statistisch signifikant. Die im Oberkiefer verloren gegangenen Implantate wurden im weichen (D III bis D IV) und augmentierten Knochen mit niedriger Primärstabilität inseriert (< 35 Ncm). Zum Schutz in der Einheilphase waren wegen des stark reduzierten Restzahnbestandes nur gingival getragene Schutzschienen möglich, die aufgrund ungenügender Stabilität zu Mikrotraumata während der Einheilphase geführt haben könnten. Die Autoren vermuteten die Kombination aus Mikrotraumata und geringer Primärstabilität als mögliche Ursache für die erhöhte Verlustrate der Zirkoniumdioxidimplantate im Oberkiefer.

Eine erst kürzlich veröffentlichte Studie beschreibt die 5-Jahres-Überlebensrate von Zirkoniumdioxidimplantaten.[46] Bei 378 Patienten wurden insgesamt 831 einteilige Implantate (vom Typ CeraRoot, Oral Iceberg) inseriert. Laut Autor lag die 5-Jahres-Erfolgsrate bei 94,95 Prozent. Allerdings sollte hinzugefügt werden, dass der mittlere Nachuntersuchungszeitraum bei 3,4 Jahren lag und nur vereinzelt Implantate mit einer „echten" Liegezeit von fünf Jahren zu verzeichnen waren. Insgesamt gingen 42 Implantate (5,05 Prozent) verloren. Davon 69,05 Prozent der Implantate bei Patienten mit einer positiven Raucheranamnese. 38 Implantate (90,48 Prozent) gingen während des ersten Jahres verloren. Vier Implantate (9,52 Prozent) zwischen dem ersten und zweiten Jahr. Danach waren keine Implantatverluste mehr zu verzeichnen. Von 42 Implantaten gingen 33 im Seitenzahnbereich (OK 16, UK 17) und neun im Frontzahnbereich (OK 6, UK 3) verloren.

Hinsichtlich der Fallzahl und des Nachuntersuchungszeitraumes scheint dies die gegenwärtig repräsentativste Untersuchung zu vollkeramischen Implantaten in der internationalen Literatur zu sein. Eine klinische Studie der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Frankfurt am Main in Zusammenarbeit mit einem niedergelassenen Kollegen konnte klar einige Eigenschaften von Keramikimplantaten aufzeigen.[47]

Es wurden insgesamt 38 Patienten mit 106 Implantaten (Z-Look, Z-Systems) untersucht. Es handelt sich hierbei um ein einteiliges System mit einer sandgestrahlten Oberfläche. Es wurden klinische Parameter, wie Plaqueindex (API), Blutungsindex (SBI), Sondierungstiefen, Papillenindex und das Periotestverfahren gemessen und mit den natürlichen Zäh-

Dentegris

Präzisions Implantate made in Germany

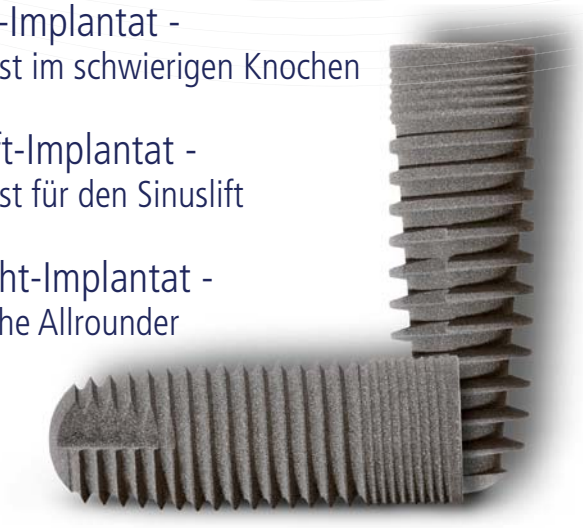
Bovines Knochenaufbaumaterial, Kollagenmembranen, Kollagenvlies, Alveolarkegel, Weichgewebsmatrix

Tausendfach bewährtes Implantatsystem

Soft-Bone-Implantat -
der Spezialist im schwierigen Knochen

SL-Sinuslift-Implantat -
der Spezialist für den Sinuslift

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

Dentegris Deutschland GmbH | Tel.: 02841-88271-0 | Fax: 02841-88271-20 | www.dentegris.de | shop.dentegris.de

*Made in UK

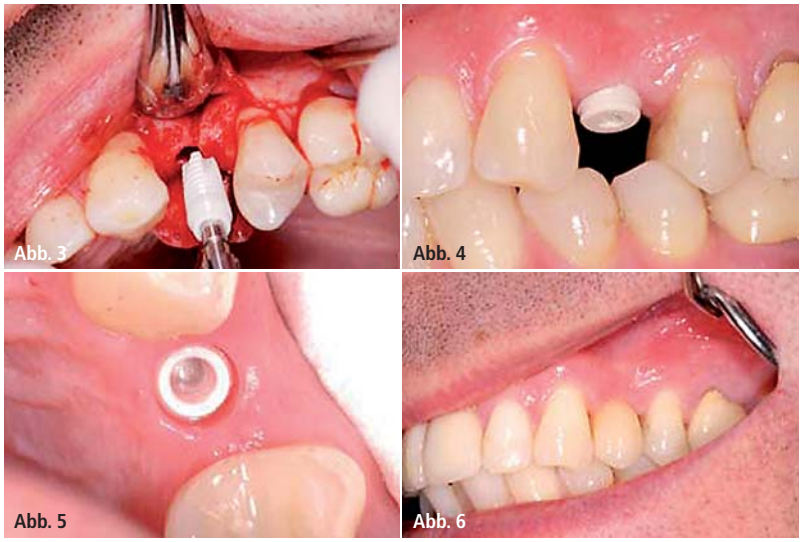


Abb. 3: Insertion eines ZERAMEX®-Implantats (4,2 mm) in Regio 24. – **Abb. 4:** Gingivaformer mit ausgeheilter Gingiva. – **Abb. 5:** Implantat ohne Gingivaformer kurz vor der Verklebung des Abutments. – **Abb. 6:** Endresultat mit keramischer Krone.

nen verglichen. Darüber hinaus wurde den Patienten ein Fragebogen ausgeteilt, mit dem sie anhand einer numerischen Analogskala (Schulnotensystem) u. a. die Handhabung und Ästhetik der Schutzschiene bewerten sollten.

Nach einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 14,25 (± 6,82) Monaten waren noch alle Implantate in situ und in Funktion. Weder klinisch noch röntgenologisch konnten periimplantäre Entzündungszeichen nachgewiesen werden. Erhöhte Implantatmobilitäten traten nicht auf. Die Auswertung der klinischen Untersuchung ergab, dass die Implantate einen statistisch signifikant geringeren Plaquebefall aufwiesen als die natürlichen Zähne. Hinsichtlich der Parameter Blutungsindex und Sondierungstiefen konnten zwischen Implantaten und Zähnen keine statistisch signifikanten Unterschiede erfasst werden. Periotestwerte lagen im Durchschnitt bei –1,31 (± 2,24). Der Fragebogen konnte evaluieren, dass die Patienten die Schutzschiene nicht als störend empfanden und für die Parameter Handhabung und Ästhetik die Durchschnittsnoten 1,76 bzw. 2,11 verteilten.

In welche Richtung geht die Entwicklung?

Eine mögliche Trendrichtung könnte die Wahl des Ausgangsmaterials zur Herstellung der Implantate sein. Wird bisher in der Regel eine Y-TZP-A-Keramik mit einem Al_2O_3-Gehalt von 0,25 Prozent genutzt, so könnte sich zukünftig die ATZ-Keramik (Al_2O_3-Gehalt: 20 Prozent) durchsetzen. Wie bereits zuvor erwähnt, besitzt dieses Material verbesserte Materialeigenschaften hinsichtlich der Werte für Vickers-Härte, Biegefestigkeit und Elastizitätsmodul (s. Tab. 1). Inwiefern die Verbesserung dieser Werte jedoch eine klinische Relevanz hinsichtlich der Stabilität in sich birgt, bleibt zu klären. Darüber hinaus existieren bisher vergleichsweise wenige Untersuchungen mit diesem Material.

Kohal et al. untersuchten 2009 die Reaktion von humanen Osteoblasten auf eine ATZ-Keramik.[48] Es wurden drei verschiedene ATZ-Keramiken (maschinierte, gestrahlte und gestrahlt-geätzte Oberfläche), hinsichtlich der Osteoblastenbesiedlung miteinander verglichen. Als Referenz wurde die SLA-Oberfläche (Straumann) und Polysterol, ein Zellkulturkunststoff, herangezogen. Nach einem Zeitraum von zwölf Tagen stellte sich heraus, dass 32–46 Prozent der histomorphometrisch untersuchten Oberflächen mit Osteoblasten bedeckt waren. Es zeigten sich hierbei keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Materialien. Die Gesamtergebnisse der Untersuchung lassen darauf schließen, dass Osteoblasten auf ATZ proliferieren, sich ausdehnen und sich differenzieren wie auf den Kontrolloberflächen.

Hinsichtlich der Oberflächen kann konstatiert werden, dass unter den jeweiligen Herstellern Unterschiede hinsichtlich der Art der Oberflächengestaltung herrschen. So verwenden manche Hersteller mit Al_2O_3 oder ZrO_2 gestrahlte Oberflächen. Andere Hersteller wiederum vertrauen den geätzten Oberflächen oder realisieren die Mikrostrukturierung der Oberflächen über den Sinterprozess (Abb. 2).

Die vielleicht interessanteste Entwicklung könnte die Fragstellung sein, ob sich in Zukunft einteilige oder zweiteilige Implantate durchsetzen werden. Mittlerweile bieten einige Hersteller auch zweiteilige Implantate zur subgingivalen Einheilung an (Abb. 3–6). Sie bieten die klassischen Vorteile eines zweiteiligen Systems, wie beispielsweise die Ruhigstellung in der Einheilphase oder das flexiblere Vorgehen beim chirurgischen Eingriff. Es ließen sich so die zuvor beschriebenen Problematiken, wie die Entstehung von Mikrotraumata in der Einheilphase, vermeiden, was so zu einer Erhöhung der Erfolgsquote führen könnte. Bisher existieren aber nicht ausreichend viele klinischen Untersuchungen mit zweiteiligen Systemen. In der Regel handelt es sich bei den Publikationen zu diesem Thema um Kasuistiken. Es müsste evaluiert werden, ob die Implantate ähnliche Erfolgsquoten aufweisen wie die einteiligen ZrO_2- oder zweiteiligen Titanimplantate. Besonders interessant scheint hier die adhäsive Verbindung zwischen Abutment und Implantat zu sein. Es stellt sich die Frage, ob es durch eventuelle Verarbeitungsfehler (wie z. B. ungleichmäßige Verteilung des Befestigungsmaterials o. ä.) zu einem „Micro Gap" kommen kann oder ob sich durch die Klebefuge andere Probleme ergeben. Außerdem muss geklärt werden, wie es um die Langzeitstabilität dieser Verbindung bestellt ist und wie der periimplantäre Knochen auf diese Verbundstelle reagiert. Darüber hinaus sollte evaluiert werden, ob sich eine Vorbehandlung der Verbundflächen an Abutment und Implantat, wie z. B. das Abstrahlen der Fügeflächen mit Edelkorund (50 µm Al_2O_3 bei 2,5 bar für 15 s), mit einer klinischen Relevanz als stabiler erweist als ohne das Abstrahlen.[49]

Fazit für die Praxis

Unter Einbeziehung der dargestellten Sachverhalte lässt sich zusammenfassend sagen, dass keramische Implantate aus Zirkoniumdioxid mittlerweile eine echte Alternative zu Fixturen aus Titan darstellen können. Unter Beachtung bestimmter Anwendungsmodalitäten, wie der Notwendigkeit der Ruhigstellung in der Einheilphase, kann erfolgreich mit diesen Systemen gearbeitet werden. Erste 5-Jahres-Erfolgsraten von 94,95 Prozent unterstützen diese These und machen sie vergleichbar mit Implantaten aus Titan und empfehlen Keramikimplantate speziell bei Patienten mit einer Titanunverträglichkeit und bei Patienten, die den Wunsch nach metallfreien Restaurationen äußern.[46] Allerdings sind noch weitere Studien erforderlich, um die Eignung von ZrO_2 als Ausgangsmaterial für dentale Implantate auszubauen. Der Schwachpunkt der einteiligen Systeme ist nach Lage der Literatur weniger in der Stabilität der Implantate als vielmehr in der Überbrückung der Einheilphase zu sehen, da die meisten Implantate genau dann, besonders im weichen Knochen, verloren gehen. Besonders die Ruhigstellung der Implantate bei geringem Restzahnbestand, speziell im Oberkiefer, scheint sich als problematisch zu erweisen. Dabei scheint speziell das erste Jahr als kritisch zu gelten. Zu den zweiteiligen Systemen lässt sich sagen, dass hierzu kaum Literatur existiert. Es fehlen hier Studien, die die Langzeitstabilität dieser Implantate belegen.
Die Frage sollte aber nicht sein, ob Implantate aus Zirkoniumdioxid derzeit gleichauf sind mit Implantaten aus Titan. Vielmehr sollte die Frage gestellt werden, welches Potenzial dieses moderne Material noch in sich birgt.

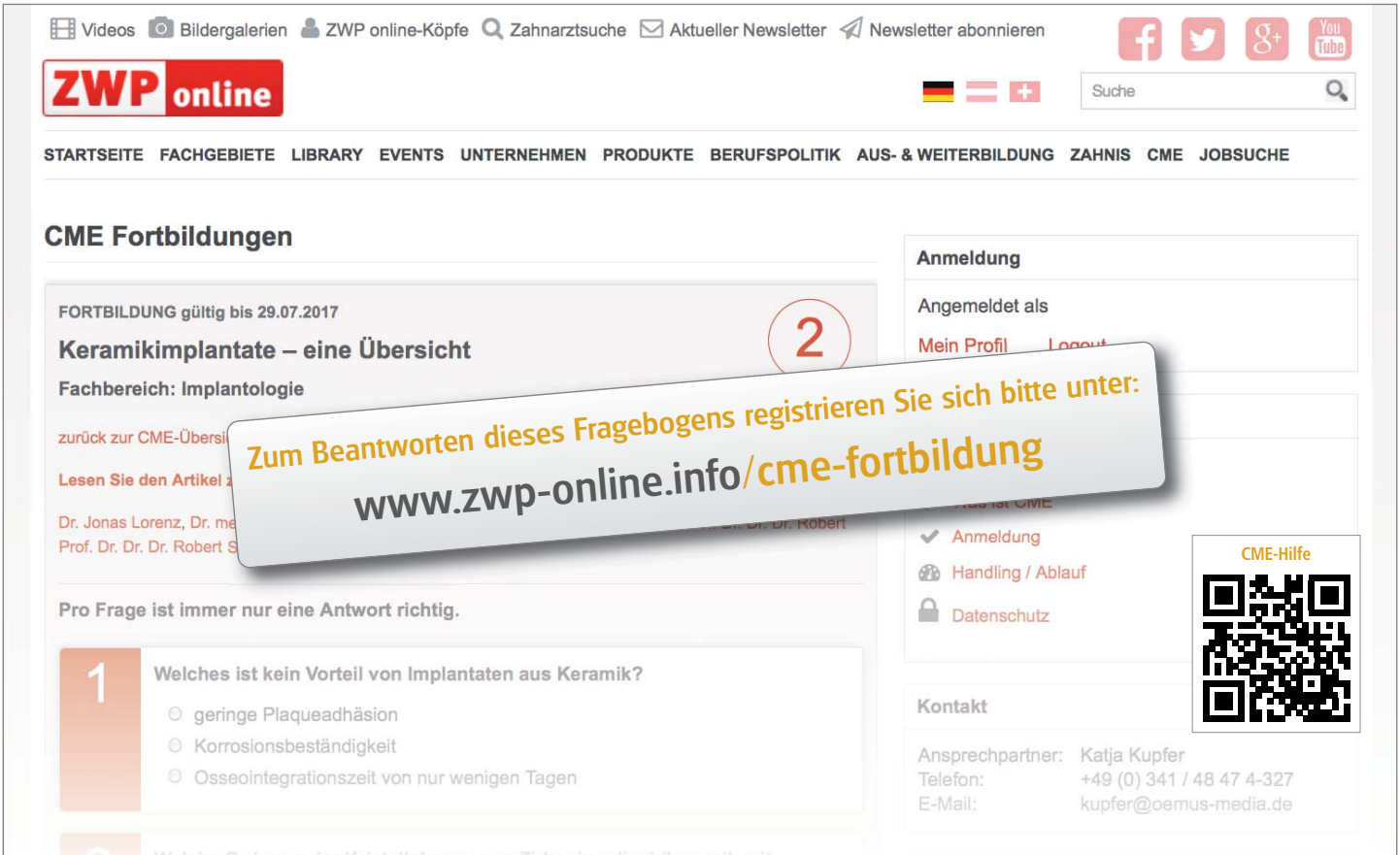
Interessenkonflikt: Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Der Autor bedankt sich bei Fr. Dr. Marilena-Lucia Zissu für die Erstellung der Abbildung 1 und ihre beratende Funktion, bei der Metoxit AG, Thayngen, Schweiz, für die Bereitstellung der Abbildung 2 und bei der Dentalpoint AG, Zürich, Schweiz, für die Bereitstellung der Abbildungen 3, 4, 5 und 6.

Kontakt

Dr. Jonas Lorenz
Priv.-Doz. Dr. Dr. Shahram Ghanaati
Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie,
Universitätsklinik Frankfurt am Main
Theodor-Stern-Kai 7
60590 Frankfurt am Main
jonas.lorenz@kgu.de
shahram.ghanaati@kgu.de

LERNKONTROLLE No. 69906:
KERAMIKIMPLANTATE – EINE ÜBERSICHT

→ ausschließlich online!

2 CME-Punkte