



## Wurzelanaloge Zirkonoxidimplantate: Anatomisches Design für den Ersatz von Molaren: Ein Fallbericht



Wolfgang Pirker, MD, DDS\*  
Alfred Kocher, MD\*\*

*Der Ersatz verloren gegangener Zähne durch Zahnimplantate ist eine anerkannte Behandlungsmethode mit gut dokumentierten hohen Langzeiterfolgsraten. Verwendet werden fast ausschließlich konventionelle Schrauben- oder zylinderförmige Gewindeimplantate. Da diese geometrischen Formen nicht annähernd der Form einer Extraktionsalveole entsprechen, kann oftmals nur mithilfe von Membranen und/oder mit Knochenaugmentationen das Einwachsen von Bindegewebe oder Schleimhautepithel zwischen Implantat und Alveolarknochen verhindert werden. Trotz einiger kleinerer Veränderungen des Implantatdesigns haben sich die Implantatschulter und die Implantat-Abutment-Verbindungen in den vergangenen 30 Jahren nicht wesentlich verändert. Individuelle wurzelanaloge Implantate wurden bisher klinisch nur vereinzelt angewendet, und darüber hinaus zeigten sich im Follow-up nach einem Jahr Misserfolgsraten von bis zu 96 %. Implantate mit ovalen Implantatschultern kommen der natürlichen Zahnanatomie am nächsten. Es wurden daher wurzelanaloge einteilige Zirkonoxidimplantate mit Makroretentionen entwickelt und bei nicht erhaltungswürdigen Zähnen sofort implantiert. Dieser Fallbericht beschreibt die Sofortimplantation eines oberen Molaren durch ein anatomisches Implantat mit einer Nachbeobachtung von drei Jahren. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2011;31:659–664.)*

\* Privatpraxis, Wien, Österreich.

\*\* Professor für Chirurgie, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich.

Korrespondenz an: Dr. Alfred Kocher, Medizinische Universität Wien, Währingergürtel 18-20, 1090 Wien, Österreich. Fax: +43 1 40400 5640; E-Mail: Alfred.Kocher@meduniwien.ac.at

Der Ersatz verloren gegangener Zähne durch Zahnimplantate ist eine anerkannte Behandlungsmethode mit gut dokumentierten Erfolgsraten zwischen 90 % und 100 % bei einer 10-jährigen Nachbeobachtungszeit<sup>1</sup>. Der zeitliche Abstand zwischen der Zahnextraktion und Implantation wurde im Lauf der Zeit immer wieder verkürzt. Ursprünglich wurde vor der Implantation eine Abheilungszeit der Alveole von sechs bis neun Monaten empfohlen (Spätimplantation). In weiterer Folge wurde ein früherer Implantationszeitpunkt, bereits nach zwei bis drei Monaten, vorgeschlagen (verzögerte Implantation), und seit Kurzem wird, in nur wenigen Fällen bei strengster Indikationsstellung, bereits sofort oder nur wenige Tage nach der Extraktion implantiert<sup>2</sup>. Die meisten Studien zeigen auch bei einem verkürzten zeitlichen Abstand zwischen Extraktion und Implantation gute Ergebnisse. Die wesentlichsten Vorteile der Sofortimplantation sind für den Patienten die verkürzte Behandlungsdauer und die Reduktion der Eingriffe, mit dem Ergebnis einer höheren Lebensqualität und reduzierter Gesamtkosten. Außerdem werden durch die frühe – reduzierte – funktionelle Belastung die Alveolarkammresorption und die Weichteilrezession signifikant reduziert.

In den vergangenen 30 Jahren war handelsübliches Reintitan wegen seiner gut belegten Biokompatibilität und mechanischen Eigenschaften das Material der Wahl für Zahnimplantate und deren Sekundärteile. Die Erfolgsrate bei Verwendung von Titan ist hoch. Nachteilig ist jedoch, dass das Metall durch die Mukosa durchscheinen oder bei einer Weichteilrezession gänzlich sichtbar werden kann. Erst vor Kurzem wurden zahnfarbene Keramikaufbauten und Implantate entwickelt, um ein ästhetisch optimales Ergebnis erzielen zu können. Zirkonoxid besitzt gute mechanische Eigenschaften, wie eine hohe Biegefestigkeit und Härte, und kann einer simulierten Langzeitbelastung widerstehen<sup>3</sup>. Außerdem ist es sehr gut biokompatibel und seine Fähigkeit zur Osseointegration ist ähnlich der von Titan, während seine Neigung zur Plaqueakkumulation geringer ist als die von metallbasierten Komponenten.

Auch die Form der Zahnimplantate hat sich in den vergangenen 30 Jahren kaum verändert. Es handelt sich dabei um symmetrisch runde Schrauben- oder zylinderförmige Gewindeimplantate. Geringfügige Modifikationen der Form haben zur Verwendung von ovalen und konisch geformten Implantaten geführt, deren Form jedoch nicht annähernd der natürlichen Zahnanatomie entspricht. Das Problem in der Sofortimplantation mit konventionellen Implantaten besteht in der Inkongruenz zwischen Implantatkörper und Knochen, sodass häufig eine Barrieremembran oder Knochenaugmentation erforderlich ist, um das Einwachsen von Bindegewebe oder Epithel zwischen Implantat und Alveolarknochen zu verhindern<sup>4</sup>.

Hodosh et al.<sup>5</sup> versuchten als Erste dieses Problem zu lösen, indem sie ein individuelles wurzelanaloges Implantat in die Extraktionsalveole

implantierten. Sie reduzierten das Trauma von Knochen und Weichgewebe, indem sie das Implantat an die Extraktionsalveole anpassten, anstatt so wie bisher den Knochen an ein vorgefertigtes Standardimplantat. Experimentelle Studien an Affen erbrachten äußerst erfolgreiche Ergebnisse mit einem klaren Beweis einer Osseointegration und klinischer Stabilität in 88 % bzw. 100 % der Fälle über den Beobachtungszeitraum<sup>6,7</sup>. In der anschließenden klinischen Studie zeigte sich in 100 % der Fälle sowohl bei der Insertion als auch bei der Kontrolle nach einem Monat eine Primärstabilität. Aufgrund der hohen Misserfolgsrate von 48 % in den folgenden neun Monaten wurde dieses spezielle Implantatsystem jedoch nicht für den klinischen Einsatz empfohlen<sup>8</sup>.

Die Autoren der vorliegenden Studie wählten einen deutlich modifizierten Ansatz. (1) Sie verwendeten das neue Biomaterial Zirkonoxid für verbesserte ästhetische Ergebnisse, da dadurch verlässlich dunkle Verfärbungen der Gingiva sowie ein unästhetisches Aussehen bei einer ggf. auftretenden Gingivarezession vermieden werden können. Darüber hinaus besitzt Zirkonoxid eine hohe Druck- und Biegefestigkeit sowie einen hohen elektrischen Widerstand. (2) Es wurde ein anatomisch orientiertes Implantatdesign auf Basis der kopierten Zahnwurzel angewendet. (3) Die neue Oberflächentechnologie sieht nicht nur Mikroretentionen auf der gesamten Wurzeloberfläche vor, sondern vor allem auch Makroretentionen, beschränkt auf den interdentalen Knochenbereich, und ermöglicht damit eine verlängerte, über ein Monat hinausgehende Primärstabilität und somit sichere Osseointegration. (4) Der Implantatdurchmesser im Bereich der dünnen Kortikalis wurde reduziert, um Frakturen und eine druckbedingte

Knochenresorption zu verhindern. (5) Das einteilige Implantatsystem führt zu einer sofortigen, wenn auch reduzierten, funktionellen Belastung über den Kronenstumpf und verhindert eine Knochenresorption durch Involution.

### Fallbericht

Eine 41-jährige Frau wurde mit einem frakturierten oberen linken zweiten Molaren vorstellig (Abb. 1). Ihre Mundhygiene war schlecht und der frakturierte Zahn wies ebenso wie die Nachbarzähne Karies auf. Eine Panoramaröntgenaufnahme ergab keine Hinweise auf eine Parodontitis. Nach Aufklärung und Einwilligung der Patientin wurde der Zahn vorsichtig in Lokalanästhesie (Ultradain DS forte, Aventis) und unter Schonung der Hart- und Weichgewebe extrahiert (Abb. 2). Die Extraktionsalveole wurde mittels Kürettage und Spülung mit Kochsalzlösung gesäubert und ein Jodoformstreifen in die Wunde eingelegt. Der frakturierte Zahn wurde zusammengeklebt (Abb. 3), die Wurzel mit dem Laser gescannt und Makroretentionen gemäß dem Studienprotokoll nur für den Interdentalraum unter Aussparung der bukkalen und lingualen Seiten entworfen, um Frakturen der dünnen Kortikalis beim Implantieren zu verhindern (Abb. 4). Im Bereich der früheren Krone wurde ein Kronenstumpf hergestellt, auf den später die Krone gesetzt werden sollte. Das wurzelförmige Implantat wurde aus einem Zirkondioxidblock gefräst (yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal, Y-TZP). Die Oberfläche wurde durch Sandstrahlen aufgeraut und danach für acht Stunden gesintert, um die erwünschten mechanischen Eigenschaften zu erhalten. Anschließend wurde das Implantat für 10 Minuten in einem Ul-





**Abb. 1** (links) Ausgangssituation: okklusale Ansicht des frakturierten linken oberen zweiten Molaren.

**Abb. 2** (rechts) Extrahierter Zahn.



**Abb. 3** (links) Extrahierter zusammengeklebter Zahn.

**Abb. 4** (rechts) Extrahierter Zahn mit Makroretentionen, die nur im Bereich des Interdentalraums aufgetragen wurden, danebenliegend das fertige Zirkonoxidimplantat.



traschallbad mit 96 % Ethanol gereinigt, verpackt und in einem Dampfsterilisator sterilisiert. Am sechsten Tag wurde der Jodoformstreifen entfernt und die Alveole erneut kürettiert und mit steriler physiologischer Kochsalzlösung gespült. Das individuelle Implantat wurde mit Fingerdruck in die Alveole platziert und anschließend vorsichtig eingeklopft (Abb. 5). Die erreichte Primärstabilität wurde mittels Palpation und Perkussion bestätigt. Das Implantat füllte die Extraktionsalveole vollständig aus und sorgte für eine perfekte Osseointegration. Postoperativ erhielt die Patientin Analgetika nach Bedarf (Parkemed 500 mg, Pfizer) und für vier Tage ein Antibiotikum (Augmentin 625 mg, Galaxo-SmithKline). Sie wurde ange-

wiesen, möglichst auf der anderen Seite zu kauen und harte Nahrung zu vermeiden.

10 Tage nach der Implantation gab es im Zahnfleischbereich weder Entzündungszeichen noch wurden postoperativ Schmerzen oder eine Schwellung festgestellt. Es gab keine Blutung auf Sondierung oder Zeichen einer Wundinfektion. Die Farbe des Zahnfleisches war mit der im Bereich der Nachbarzähne identisch, sodass sich ein natürliches Bild ergab (Abb. 6). Auf das Implantat wurde eine Kunststoffkrone zementiert. Sieben Monate nach der Zahnextraktion wurde die definitive prothetische Restauration eingegliedert (Abb. 7). Nach drei Jahren war das Implantat weiterhin stabil und das



**Abb. 5** (links) Implantat unmittelbar nach der Insertion.

**Abb. 6** (rechts) Perfekt abgeheilte periimplantäre Gingiva 2 Wochen nach der Implantation.



**Abb. 7** (links) Bukkale Ansicht der definitiven Restauration.

**Abb. 8** (rechts) Laterale Ansicht der definitiven Restauration bei der Kontrolle nach 3 Jahren.



**Abb. 9** (links) Röntgenkontrolle des Zirkonoxidimplantats und der Krone in situ nach 3 Jahren

periimplantäre Knochenniveau unverändert. Weder das Röntgenbild noch die Weichgewebeparameter lieferten Hinweise auf eine apikale Implantitis und es gab weiterhin keine Blutung auf Sondierung (Abb. 8 und 9). Nicht nur das ästhetische Ergebnis war somit ausgezeichnet, sondern es fanden sich auch keine Anzeichen einer Parodontitis oder Knochenresorption.

## Diskussion

Nach Kenntnis der Autoren beschreibt der vorliegende Bericht den ersten erfolgreichen Sofortersatz eines zweiwurzeligen Zahns mit einem individuellen zweiwurzeligen Zirkonoxidimplantat. Dieses neuartige Konzept wurde von derselben Autorengruppe entwickelt, und die Details des Vorgehens wurden 2008 in einem technischen Bericht veröffentlicht<sup>9</sup>. Die klinische Untersuchung

dieser anatomisch geformten Zirkonoxidimplantate für den Sofortersatz einwurzeliger Zähne zeigten ausgezeichnete Ergebnisse über den gesamten Beobachtungszeitraum von zwei Jahren<sup>10</sup>.

Das Konzept des Zahnersatzes durch individuelle wurzelanaloge Implantate ist nicht neu. Bereits 1969 wurde von der Implantation eines Zahnreplikats berichtet; allerdings wurde der autopolymerisierte und wärmebehandelte Kunststoff, der zur Herstellung des Zahnanalogs verwendet wurde, von Weichgewebe nur eingekapselt und osseointegrierte nicht<sup>5</sup>. 1992 nahmen Lundgren und Kollegen<sup>6</sup> die Idee der wurzelanaloge Implantate wieder auf. Statt Polymere zu verwenden, wurde in einem experimentellen Modell zur Sofortimplantation Titan eingesetzt, das an 88 % der Oberfläche osseointegriert war. Als wichtiger Faktor für den Implantaterfolg wurde eine gute Passung von Implantat und Knochenbett beschrieben<sup>11,12</sup>. Aus diesem Grund verfeinerten Kohal et al.<sup>7</sup> die wurzelanaloge Titanimplantate weiter, indem sie das Implantat verbreiterten, um den Paradontalspalt auszugleichen und eine gute Passung zwischen Implantat und Extraktionsalveole herbeizuführen. In mehreren Fällen führte das gleichmäßig vergrößerte Implantat während der Implantation zur Fraktur des dünnen bukkalen Alveolarknochens. In der nachfolgenden klinischen Studie derselben Gruppe wurde eine ausgezeichnete Primärstabilität der wurzelanaloge Titanimplantate für bis zu einen Monat ermittelt, anschließend jedoch eine hohe Misserfolgsrate von 48 % nach neun Monaten beschrieben. Ein perfekt passendes Implantat ohne Retention erreicht zwar eine exzellente Primärstabilität, aber dies kann auch für das mittelfristige Versagen verantwortlich sein, da die nachfolgende gleichförmige

druckinduzierte Resorption die gesamte Oberfläche gleichzeitig betrifft.

Ein Querschnitt durch den Kiefer zeigt, dass nur im Interdentalraum das Platzangebot für Vergrößerungen und Retentionen ausreichend ist, während die dünne bukkale und linguale Wand in diesem Bereich keine Vergrößerung des Implantats erlauben. Daher wählten die Autoren einen ganz anderen Ansatz und stellten wurzelanaloge Implantate mit Makroretentionen im Interdentalraum mit einem um 0,1 bis 0,5 mm reduzierten Durchmesser in der Nähe der bukkalen Kortikalis her. Die Oberfläche wurde durch Sandstrahlen aufgeraut, um eine bessere Osseointegration zu erreichen. Zirkon zeigte bisher das gleiche Maß an Osseointegration wie Titan und wurde aus Gründen der besseren Ästhetik sowie aufgrund seiner überragenden mechanischen Eigenschaften gewählt<sup>13</sup>. Die Wahl eines einteiligen Implantatsystems mit vorgefertigten Kronenstumpf, das bereits während der Einheilphase bei maximalem Implantat-Knochen-Kontakt eine reduzierte funktionelle Last überträgt, ohne die Osseointegration zu gefährden, vermeidet eine unästhetische Knochenresorption, wie sie bei zweiteiligen Titanimplantaten beschrieben wird. Während erfolgreiche Sofortbelastungsprotokolle mit kommerziell verfügbaren Implantaten eine sorgfältige und strikte Auswahl der Patienten voraussetzen, führte der vorgestellte neuartige Ansatz bei der Sofortbelastung zu einer sehr hohen Primärstabilität und kürzeren Einheilungsdauer.

Dieser Fallbericht ist Teil einer größeren laufenden Studie, die zeigt, dass die Sofortimplantation von modifizierten wurzelanaloge nicht gedeckt einheilenden Zirkondioxidimplantaten zu ausgezeichneten Ergebnissen führt, die denen der zu-

vor beschriebenen individualisierten wurzelanaloge Titanimplantate mit einheitlicher Oberflächengestaltung bei Weitem überlegen sind.

## Schlussfolgerungen

Nach Kenntnis der Autoren beschreibt der vorliegende Bericht den ersten erfolgreichen Sofortersatz eines zweiwurzeligen Zahns mit einem individuellen zweiwurzeligen einteiligen Zirkonoxidimplantat. Signifikante Modifikationen, wie Makroretentionen, scheinen darauf hinzuweisen, dass derartige Implantate eine Primärstabilität und ausgezeichnete Osseointegration erreichen können und dabei eine unästhetische Knochenresorption verhindert wird. Die Makroretentionen müssen auf den Interdentalraum beschränkt bleiben, um eine Fraktur der dünnen Kortikalis zu verhindern. Das beschriebene Verfahren bedient sich der Kombination aus einem anatomischen Implantatdesign und dem Einsatz eines neuen Biomaterials mit neuer Oberflächentechnologie durch Mikro- und Makroretentionen. Dieses neuartige Vorgehen ist minimalinvasiv sowie zeit- und kosteneffektiv, richtet sich nach den anatomischen Gegebenheiten, erbringt bessere ästhetische Ergebnisse und wird von den Patienten besser akzeptiert. Diese vielversprechende Technologie erfordert weitere Untersuchungen in gut kontrollierten klinischen Studien.

## Literatur

1. Telleman G, Meijer HJ, Raghoobar GM. Long-term evaluation of hollow screw and hollow cylinder dental implants: Clinical and radiographic results after 10 years. *J Periodontol* 2006;77:203-210.



2. Tolman DE, Keller EE. Endosseous implant placement immediately following dental extraction and alveoloplasty: Preliminary report with 6-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:24-28.
3. Silva VV, Lameiras FS, Lobato ZI. Biological reactivity of zirconia-hydroxyapatite composites. *J Biomed Mater Res* 2002;63:583-590.
4. Becker W, Becker BE, Handelsman M, Ochsenbein C, Albrektsson T. Guided tissue regeneration for implants placed into extraction sockets: A study in dogs. *J Periodontol* 1991;62:703-709.
5. Hodosh M, Povar M, Shklar G. The dental polymer implant concept. *J Prosthet Dent* 1969;22:371-380.
6. Lundgren D, Rylander H, Andersson M, Johansson C, Albrektsson T. Healing-in of root analogue titanium implants placed in extraction sockets. An experimental study in the beagle dog. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:136-143.
7. Kohal RJ, Hürzeler MB, Mota LF, Klaus G, Caffesse RG, Strub JR. Custom-made root analogue titanium implants placed into extraction sockets. An experimental study in monkeys. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:386-392.
8. Kohal RJ, Klaus G, Strub JR. Clinical investigation of a new dental immediate implant system. The reimplant-system [in German]. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 2002;57:495-497.
9. Pirker W, Kocher A. Immediate, non-submerged, root-analogue zirconia implant in single tooth replacement. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:293-295.
10. Pirker W, Kocher A. Immediate, non-submerged, root-analogue zirconia implants placed into single-rooted extraction sockets: 2-year follow-up of a clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;38:1127-1132.
11. Carlsson L, Röstlund T, Albrektsson B, Albrektsson T. Removal torque for polished and rough titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988;3:21-24.
12. Ivanoff CJ, Sennerby L, Lekholm U. Influence of initial implant mobility on the integration of titanium implants. An experimental study in rabbits. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:120-127.
13. Oliva J, Oliva X, Oliva JD. One-year follow-up of first consecutive 100 zirconia dental implants in humans: A comparison of two different rough surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:430-435.