



**Michael Berthold**  
Dr. med. dent., M.Sc.  
Fachzahnarzt für  
Oralchirurgie

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
Klinikum der Universität München  
LMU München  
Goethestraße 70  
80336 München  
E-Mail: michael.berthold@med.  
uni-muenchen.de  
und  
Seehofer – Praxis für Zahnmedizin,  
Implantologie, Kieferorthopädie  
München

**Daniel Edelhoff**  
Prof. Dr. med. dent.

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
Klinikum der Universität München  
LMU München

**Otto Prandtner**  
ZTM

Plattform für feinste Dentaltechnologie  
München

**Reza Saeidi Pour**  
Dr. med. dent.

Seehofer – Praxis für Zahnmedizin,  
Implantologie, Kieferorthopädie  
München

## Sofortimplantation mit einem patientenindividuellen, wurzelanalogen Hybridimplantat in der ästhetischen Zone

Ein klinischer Erfahrungsbericht

### Indizes

*Sofortimplantation, wurzelanaloges Implantat, Hybridimplantat, individuelles Abutmentdesign, Mikrosplatt, Weichgewebserhalt*

### Zusammenfassung

Mit der Sofortimplantation hat sich im ästhetischen Bereich ein mögliches Verfahren etabliert, um einerseits die periimplantären Gewebestrukturen zu erhalten und andererseits die Anzahl chirurgischer Eingriffe zu reduzieren. Ohne augmentative Maßnahmen kann es zu Rezessionen von Gewebestrukturen kommen, da der sogenannte Bündelknochen nach einer Zahnentfernung resorbiert. Zum Erhalt der knöchernen Unterstützung für das Weichgewebe sind simultane augmentative Maßnahmen notwendig. Gleichzeitig ist die sofortige Unterstützung des Weichgewebes durch eine individuelle Abutmentgestaltung bzw. Gestaltung provisorischer Kronen ein entscheidender, den Erfolg bestimmender Faktor. Der Beitrag zeigt anhand einer Kasuistik, dass patientenindividuelle, wurzelanaloge Hybridimplantate bei der Sofortimplantation eine Alternative zu den konventionellen Schraubenimplantaten darstellen können. Bei wurzelanalogen Implantaten erfolgt die Replikation der Wurzelgeometrie mittels 3-D-Erfassung des Zahnes vor seiner Extraktion durch eine digitale Volumetomographie (DVT) und die Fertigung durch einen CAD/CAM-gestützten Herstellungsprozess, bei dem die Titanwurzel mittels direkter Fusion (Sintertechnik) mit einem Zirkonoxidabutment verbunden wird. Das endgültige wurzelanaloge Implantat ist damit einteilig, besteht aus zwei miteinander durch Sinter-technik verfügbaren Materialien und weist keinen Mikrosplatt auf. Individuelle, wurzelanaloge Implantate könnten unter Berücksichtigung gewisser biologischer Aspekte und einer strengen Indikationsstellung als praktikable Alternative zu den konventionellen Implantaten dienen. Der Beitrag stellt das Prozedere einer implantatprothetischen Einzelzahnversorgung mit einem wurzelanalogen Implantat dar. Er beschreibt die Unterschiede zu konventionellen Schraubenimplantaten und beleuchtet die Vor-, aber auch die Nachteile dieser Methode.

## Einleitung

Die moderne Implantologie befindet sich auf der stetigen Suche nach einfacheren, minimalinvasiven und patientenfreundlichen Konzepten. Gleichzeitig besteht der Anspruch, mit den konventionellen Methoden vergleichbare klinische Langzeitergebnisse zu erzielen. Aus der Sicht des Patienten sind ein gesundes, stabiles periimplantäres Weichgewebe und ein ansprechendes Erscheinungsbild der prothetischen Krone sehr wichtige Aspekte bei der Bewertung einer erfolgreichen Implantattherapie<sup>9,26</sup>. Ein Ziel ist es, ein mit den Nachbarzähnen harmonisierendes periimplantäres Austrittsprofil zu generieren<sup>7,13</sup>. Vor diesem Hintergrund spielt der Erhalt des periimplantären Weichgewebes eine bedeutende Rolle. Darüber hinaus favorisieren die meisten Patienten eine Reduzierung von Behandlungssitzungen, insbesondere solcher mit chirurgischer Intervention<sup>10</sup>.

Die Sofortimplantation in Kombination mit einer Sofortversorgung hat sich in der ästhetischen Zone bei strenger Indikationsstellung als Methode etabliert, um einerseits die periimplantären Strukturen besser zu erhalten und andererseits die Anzahl der Eingriffe zu reduzieren<sup>10,15</sup>. Dies gilt vor allem für den Erhalt von Papillen und für das geringere Risiko der Bildung von Narbengewebe<sup>13</sup>. Außerdem können Sofortimplantationen eine ähnliche Erfolgsrate erreichen, wie sie von verzögerten Implantationen bekannt sind<sup>18,27</sup>. Es gilt allerdings zu bedenken, dass auch eine Sofortimplantation nicht die bukkale Resorption der knöchernen Alveole verhindern kann, sondern lediglich deren Kollaps reduziert<sup>1</sup>. Beim Bündelknochen handelt es sich um eine zahnabhängige Struktur. Damit ist das parodontale Ligament sowohl für den funktionellen Reiz wie auch als ernährungs- und zelluläre Quelle für den Erhalt des Bündelknochens verantwortlich<sup>1,24</sup>. Dieser Zusammenhang erklärt, dass der Bündelknochen nach einer Zahnentfernung resorbiert. Das Weichgewebe folgt dem Knochen, und konsekutiv kommt es im späteren Verlauf oft zu Weichgewebsveränderungen um die Restauration, welche einen negativen Einfluss auf die Ästhetik haben können<sup>11</sup>. Dies äußert sich häufig in einer Rezession der bukkalen Gewebe-

strukturen in Abhängigkeit vom gingivalen Biotyp<sup>16</sup>. Ferner ist insbesondere eine zu bukkale Implantatpositionierung bzw. eine zu faziale Angulierung und damit eine Platzierung des Implantats außerhalb des knöchernen „Envelopes“ mit einem erhöhten Risiko einer bukkalen Rezession assoziiert<sup>4,11</sup>.

Es hat sich gezeigt, dass simultane Augmentationsverfahren den Verlust des Bündelknochens durch eine neue Knochenbildung kompensieren können<sup>1,24</sup>. Hierfür muss allerdings eine adäquate Abdeckung des Augmentats gegen die Bakterien der Mundhöhle gewährleistet sein. Dies kann u. a. durch individualisierte Gingivaformer bzw. provisorische Kronen erfolgen<sup>12</sup>, die gleichzeitig die Weichgewebsstrukturen unterstützen. Mehrere klinische Faktoren können die Herstellung einer implantatgetragenen provisorischen Versorgung nach Zahnentfernung erschweren. Die periimplantären Mukosagewebe kollabieren oft sofort nach der Exaktion, und die subgingivalen Konturen sind schwierig zu erfassen, was insbesondere für die Relation der Position des Zahnhalses zum exzentrisch platzierten Implantat gilt<sup>3</sup>. Eine Weichgewebsrezession, sei es einerseits infolge einer Kompression des periimplantären Weichgewebes durch eine Überdimensionierung der Restauration im Halsbereich der provisorischen Krone oder andererseits durch zu klein dimensionierte Gingivaformer, sollte vermieden werden<sup>25</sup>.

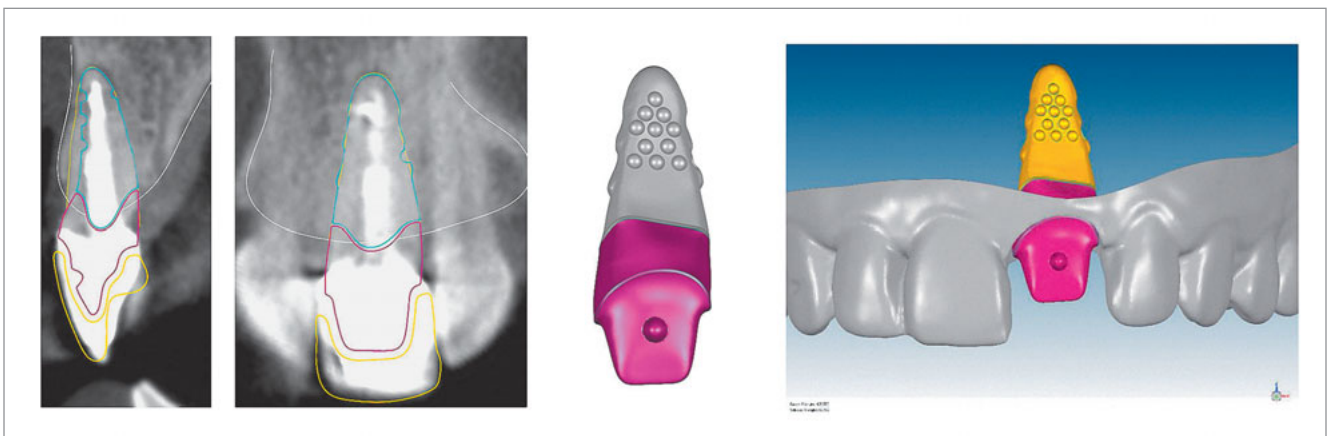
Vor diesem Hintergrund war es von Interesse, ob sich wurzelanalogue Implantate als eine einfachere Alternative zu zylindrischen Implantaten für die Sofortimplantation in der ästhetischen Zone eignen und gleichzeitig den ästhetischen Anforderungen gerecht werden, indem sie den periimplantären Gewebeerhalt unterstützen. Die wurzelanalogen Implantate (Replicate-System, Fa. Natural Dental Implants, Berlin) sind patientenindividuelle, einteilige Hybridimplantate, welche CAD/CAM-gestützt hergestellt werden und das natürliche Vorbild präzise nachbilden. Beim Replicate-System wird die durch ein CAD/CAM-Verfahren individualisierte Wurzel aus Titan mittels direkter Fusion (Sintertechnik) mit einem Abutment aus Zirkonoxidkeramik verbunden<sup>20</sup> (vgl. Abb. 2 und 6). Die zahnidentische, girlandenartige Ausformung des individuellen Abutments im Zahnhalsbereich sorgt für eine optimale Unterstützung

## ■ IMPLANTOLOGIE

Sofortimplantation mit einem patientenindividuellen, wurzelanalogen Hybridimplantat



**Abb. 1** Präoperative intraorale Ansicht der dislozierten Krone



**Abb. 2** 3-D-Darstellung und virtuelle Positionierung des Replicate-Implantats

der Gingivaarchitektur<sup>20</sup>. Hierbei ermöglichen es die Fortschritte in der Digitaltechnologie, die DICOM-Daten der DVT-Aufnahme mit den entweder direkt (Intraoral-scanner) oder indirekt (Scannen des Meistermodells) gewonnenen STL-Daten zu verknüpfen. Auf der Basis beider Datenformate kann das individuelle, wurzelanaloge Implantat mit dem korrespondierenden Abutment vor dem Eingriff CAD/CAM-gestützt hergestellt werden.

Aufgrund der nicht immer auszuschließenden Bewegungsfreiheit während der Einheilungsphase ist bei einteiligen Implantaten bedingt durch die transgingivale Heilung die Gefahr einer bindegewebigen Einheilung größer. Beim Replicate-System soll eine temporäre Klebebrücke („cover shield“) eine Belastung des Implantats während der Einheilungsphase verhindern. In einer Tierversuchsstudie wies das Replicate-System eine ähnliche Erfolgsrate und einen vergleichbaren Knochen-Implantat-Kontakt wie konventionelle

Schraubenimplantate auf<sup>17</sup>. Auch wurde über ästhetisch sehr zufriedenstellende klinische Ergebnisse nach dem Einsatz des Replicate-Systems berichtet<sup>20</sup>. Die detaillierte Anwendung des Systems sowie die Indikationen und Resultate sollen nachfolgend anhand einer Kasuistik beschrieben werden.

## Fallbericht

### Ausgangssituation und Planung

Eine 39-jährige Patientin stellte sich aufgrund von Schmerzen in Regio 21 vor und berichtete, dass die Krone auf Zahn 21 sich wiederholt gelockert habe (Abb. 1). Die klinische Untersuchung ergab an dem mehrfach endodontisch behandelten Zahn eine erhöhte Sondierungstiefe von ca. 5 mm palatinal. Bei genauerer Inspektion zeigte sich eine horizontale Fraktur auf der Palatinalfläche des Zahnes.



Vor der Extraktion des Zahnes 21 wurden die Therapiealternativen eingehend mit der Patientin erörtert. In Anbetracht ihres Alters und des Umstandes, dass die Nachbarzähne nahezu unversehrt waren, wurde eine Implantatversorgung in Auge gefasst. Nach Aufklärung der Patientin über die möglichen Risiken und die noch unzureichenden klinischen Langzeiterfahrungen entschieden sich das Behandlungsteam und die Patientin für den Einsatz des Replicate-Systems. Als wesentliche Entscheidungsgrundlagen wurden die minimalinvasive chirurgische Intervention und der maximale Erhalt der Gewebestrukturen in der ästhetisch wichtigen Region des Frontzahnbereichs angesehen.

Konventionelle Abformungen des Ober- und Unterkiefers mittels Alginat (Alginat Plus, Fa. Orbis Dental, Münster) und ein DVT-Scan des Oberkiefers (i-CAT Vision, Fa. Imaging Sciences International, Hatfield, USA) bildeten die Grundlage für die ersten Behandlungsschritte. Hierbei galt es zu beachten, dass die DVT-Aufnahme hochauflösend sein und somit eine maximale Schichtdicke von 0,2 mm nicht überschreiten sollte, da dies für die Genauigkeit der Planung des Replicate-Systems entscheidend ist. Die Modelle und der DICOM-Datensatz wurden an die Firma Natural Dental Implants nach Berlin versendet. Diese erstellte anhand der DICOM-Daten der DVT-Aufnahme und der STL-Daten der digitalisierten Meistermodelle einen Designvorschlag für das individuelle Replicate-Implantat (Abb. 2), welchen das Behandlungsteam noch geringfügig modifizierte. Da bei der Patientin eine dünne bukkale Knochenlamelle vorlag, erfolgte bei der Konstruktion des Replicate-Implantats eine bukkale Reduktion des Implantatvolumens im oberen Wurzeldrittel, um nach der Zahnextraktion eine Augmentation mit Eigenknochen zur Kompensation der Resorption des Bündelknochens zu ermöglichen (Abb. 2).

Das Zirkonoxidabutment wurde identisch zum Zahnhalsbereich des natürlichen Zahnes girlandenförmig konstruiert, damit eine Unterstützung des Weichgewebes vor allem im Bereich der mesialen und distalen Papille gewährleistet war (Abb. 2). Ferner erfolgte die Festlegung des Designs der temporären Klebebrücke, die dem Schutz vor Krafteinwirkungen des transgingi-

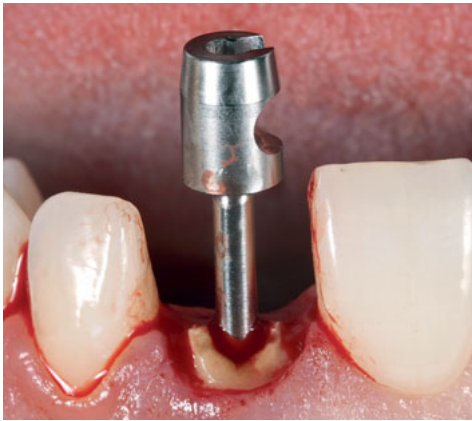
valen Teils des Replicate-Implantats dient und adhäsiv an den Nachbarzähnen befestigt wird. Das Design sollte so umgesetzt werden, dass zirkulär ein Freiraum von 0,5 bis 0,8 mm zum individuellen Zirkonoxidabutment vorhanden ist, um das Implantat vor Belastungen während der Einheilungsphase zu schützen. Anschließend erfolgte durch das Behandlungsteam die Freigabe zur Herstellung des Replicate-Implantats.

### Implantation

Die Patientin erhielt eine einmalige präoperative Antibiotikagabe (Penicillin G, 1x 106 IU). Nach lokaler Infiltrationsanästhesie (Ultracain D-S forte 1:100.000, Fa. Sanofi-Aventis, Frankfurt/M.) erfolgte zunächst die scharfe Durchtrennung der *Sharpey*'schen Fasern mit einem Skalpell (15 C, Fa. Swann-Morton, Sheffield, Großbritannien). Essenziell für die Anwendung des Replicate-Systems ist eine maximal gewebeschonende Zahnextraktion, um das Ausmaß der postoperativen Hart- und Weichgewebsschrumpfung zu verringern. Mit Hilfe des Benex-Extraktors (Fa. Helmut Zepf Medizintechnik, Tuttlingen, und Fa. Hager & Meisinger, Neuss) und unter schonendem Einsatz von Luxatoren (LM TwistOut, Fa. LM-Instruments, Parainen, Finnland) kann der Zahn bzw. Wurzelrest nahezu atraumatisch extrahiert werden. Hierbei ist es besonders wichtig, dass keine Druckbelastung auf die interproximalen Gewebestrukturen ausgeübt wird und die Luxation hauptsächlich von palatinal erfolgt. Der Benex-Extraktor ermöglicht es, Wurzelreste ohne Dehnung des Alveolarknochens zu entfernen. So konnte auch im vorliegenden Fall die verbliebene Zahnwurzel ohne Entlastung entfernt werden (Abb. 3). Anschließend wurde die Alveole gründlich kürettiert. Bei Bedarf lässt sich noch eine Spülung mit 3%iger H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Lösung vornehmen. Position und Passform des Replicate-Implantats werden vor der Insertion mit einem sterilen Einprobeanalog aus Zirkonoxid („zirconia try-in“) kontrolliert, welches Bestandteil des Behandlungsprotokolls ist (Abb. 4). Dieses Einprobeanalog erlaubt es, genau zu überprüfen, ob das Replicate-Implantat in seine korrekte Endposition gebracht werden kann, bevor es definitiv in die Alveole inseriert wird.

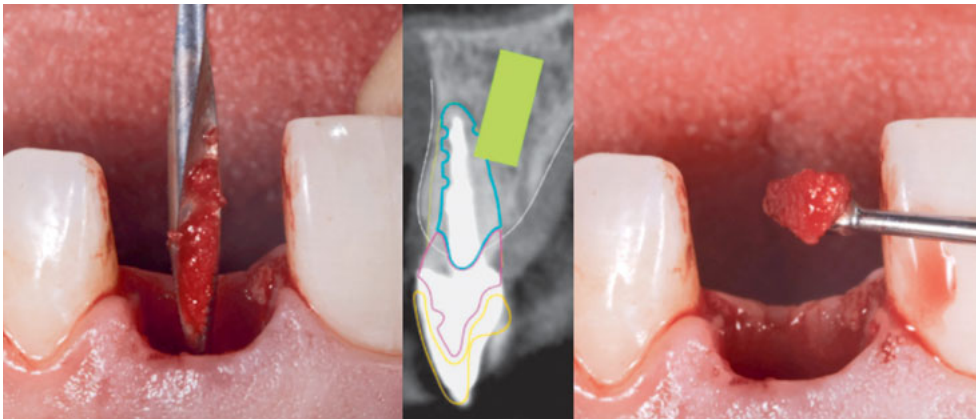
## ■ IMPLANTOLOGIE

Sofortimplantation mit einem patientenindividuellen, wurzelanalogen Hybridimplantat



**Abb. 3** Extraktion des Wurzelrestes mittels Benex-Extraktor. Die Abb. 3-9 und 12-14 zeigen die Behandlerperspektive (12-Uhr-Position)

**Abb. 4** Einprobeanalog des Replicate-Implantats in situ



**Abb. 5** Gewinnung autologer Knochenspäne im apikalen Bereich des Zahnfachs



**Abb. 6** Platzierung des Replicate-Implantats in die Alveole

**Abb. 7** Dichte Kondensation der autologen Knochenspäne im bukkalen Bereich

Vor dem Einbringen des Implantats erfolgte die Depithelisierung der Gingiva. Um der erwähnten Resorption des Bündelknochens entgegenzuwirken, wurde der bukkale Teil der Alveole mit ausreichend autologen Knochenchips augmentiert. Diese können vorsichtig mit Spiralbohrern gängiger Implantatsysteme ohne Wasser-

kühlung und bei geringer Umdrehung (< 80 UpM) in apikal-palataler Richtung gewonnen werden (Abb. 5). Hierdurch wird gleichzeitig eine Blutung in der Alveole induziert. Ein Teil der Knochenchips wurde bereits vor dem Einbringen des Implantats bukkal im krestalen Bereich des Implantats appliziert.



**Abb. 8** Einklopfen des Replicate-Implantats mittels einer präfabrizierten PMMA-Einbringhilfe („tapping guide“)



**Abb. 9** Situation nach der definitiven Insertion des Replicate-Implantats

Das Replicate-Implantat wurde anschließend manuell in die Alveole platziert (Abb. 6). Vor dem Einklopfen in die finale Position erfolgte die Kondensation der restlichen Knochenchips im bukkalen krestalen Bereich (Abb. 7). Das Einklopfen in die korrekte Position wurde durch eine präfabrizierte PMMA-Einbringhilfe („tapping guide“) erleichtert, die eine zu tiefe Insertion und damit ein bukkales Abdriften des Implantats verhindert (Abb. 8 und 9). Durch das Einklopfen des Implantats wurde das Augmentat noch einmal in die finale Position gebracht. Zusätzlich kam zur Abdichtung der periimplantären Weichgewebe und des Implantats ein Kollagenverband (CollaPlug, Fa. Zimmer Biomet Deutschland, Freiburg) zum Einsatz. Zur radiologischen Überprüfung der korrekten Position wurde nach erfolgter Implantation ein Röntgenbild angefertigt (Abb. 10).

### Provisorium

Vor der Insertion wurden bereits die Klebeflächen der Nachbarzähne für die adhäsive Befestigung der temporären Klebebrücke vorbereitet. Hierfür erfolgte eine 30 Sekunden lange Schmelzkonditionierung mit 37%iger Phosphorsäure (Total Etch, Fa. Ivoclar Vivadent, Ellwangen) und danach das zweimalige Auftragen eines Primers (Assure, Fa. Reliance Orthodontic Products,



**Abb. 10** Postoperatives Röntgenbild vom Replicate-Implantat

Itasca, USA). Anschließend wurde L.E.D. Pro Seal (Fa. Reliance Orthodontic Products) appliziert und für 20 Sekunden lichtgehärtet. Bei der temporären Klebebrücke aus Zirkonoxid wurden die Klebeflächen nach Herstellerangaben angestrahlt und mit Clearfil Ceramic Primer Plus (Fa. Kuraray Europe, Hattersheim) vorbehandelt.

## ■ IMPLANTOLOGIE

Sofortimplantation mit einem patientenindividuellen, wurzelanalogen Hybridimplantat



**Abb. 11** Situation 1 Woche post operationem mit einer temporären Klebebrücke („cover shield“)



**Abb. 12** Anlegen einer individualisierten Präparationsgrenze



**Abb. 13** Situation vor dem Einsetzen der definitiven Krone



**Abb. 14** Zirkonoxidkrone definitiv mit dem Glasionomerkem Ketac Cem eingesetzt

Im Anschluss an die Insertion des Replicate-Implantats erfolgte unter relativer Trockenlegung ein erneutes Auftragen des Primers Assure, und dann wurde die temporäre Klebebrücke mit Panavia SA Cement Plus Automix (Fa. Kuraray Europe) adhäsiv befestigt (Abb. 11). Die Patientin erhielt abschließend Instruktionen über die während der Einheilungsphase notwendigen Hygienemaßnahmen.

### Prothetische Versorgung

Nach einer von der Herstellerfirma vorgeschriebenen 6-monatigen Einheilungszeit erfolgte die prothetische Versorgung des Replicate-Implantats. Dazu wurde zunächst die temporäre Klebebrücke wieder entfernt und ein 00-Faden (Ultrapack, Fa. Ultradent, Köln) gelegt. Dann erfolgte mittels eines feinen Rotringdiamanten bei ausreichender Wasserkühlung das Anlegen einer individualisierten Präparationsgrenze am Zirkonoxidabutment entsprechend der Gingivakontur (Abb. 12 und 13). Anschließend wurden Präzisionsabformungen beider Kiefer (Identium, Fa. Kettenbach, Eschenburg) angefertigt. Zusätzlich erfolgten eine arbiträre anatomische Gesichtsbogenübertragung (SAM Axioquick, Fa. SAM Präzisionstechnik, Gauting) und eine Kieferrelationsbestimmung (Bite Compound, Fa. GC Germany, Bad Homburg) in der habituellen Interkuspitationsposition (aHIKP). Nach ca. 4 Wochen wurde das Replicate-Implantat unter Einsatz von Glasionomerkem (Ketac Cem, Fa. 3M Oral Care) mit einer individualisierten Zirkonoxidkrone (Lava Classic, Fa. 3M Oral Care, Seefeld; Verblendkeramik ZI-CT, Fa. Willi Geller Creation, Meiningen, Österreich) definitiv prothetisch versorgt (Abb. 14).

Intraoral zeigten sich bei den Kontrollen 6 bzw. 12 Monate nach der Implantation eine zufriedenstellende Ästhetik und ein stabiles Weichgewebe (Abb. 15 und 16). Der Vergleich der unmittelbar nach der Implantation entstandenen Röntgenaufnahme (Abb. 10) mit dem 12 Monate post operationem erstellten Bild dokumentiert die Anlagerung des Knochens an das wurzelanalogue Implantat und die Knochenstabilität (Abb. 17).



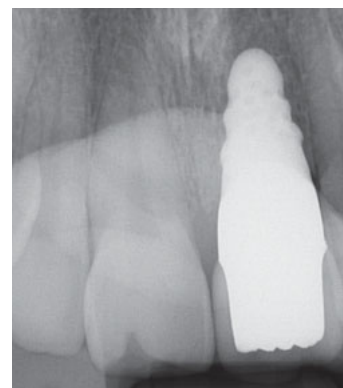
**Abb. 15a** Situation 1 Woche nach der definitiven Eingliederung der Krone



**Abb. 15b** Lippenbild nach abgeschlossener Behandlung



**Abb. 16** Verlaufskontrolle 1 Jahr post operationem



**Abb. 17** Bei der Verlaufskontrolle 1 Jahr post operationem erstelltes Röntgenbild

## Diskussion

Die Anwendung des Replicate-Systems scheint unter korrekter Indikationsstellung bei Sofortimplantationen zum Erhalt periimplantärer Strukturen beizutragen. Dank der modernen digitalen Technologie ist es möglich, die DICOM-Daten der DVT-Aufnahme mit den STL-Oberflächendaten des Meistermodells zu überlagern und wurzelanalogue Implantate mit einer ausreichenden Passgenauigkeit herzustellen. Konstruktionsdetails und Dimensionierung können unter Berücksichtigung biologischer Aspekte präzise geplant und umgesetzt werden, wodurch sich die Leistungsfähigkeit der Implantate und die Vorhersagbarkeit des implantologischen Erfolgs erhöhen lassen.

Bei zweiteiligen Implantaten kommt es durch Mikrobewegungen unter Umständen zu einer vermehrten bakteriellen Kontamination an der Implantat-Abutment-Verbindung („micro-gap“)<sup>22</sup>. In der Folge einer entzündlichen Reaktion kann sich der Knochen zurückbilden,

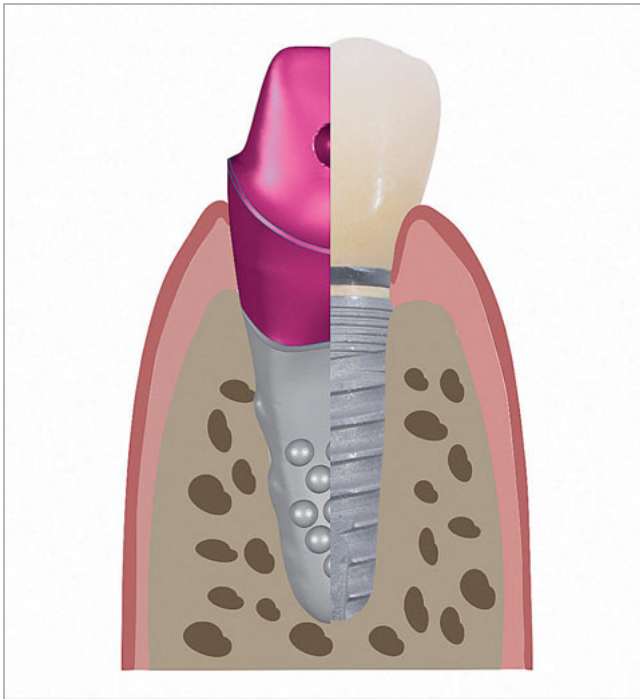
um einen biologischen Abstand zu diesen chronisch exponierten Bereichen zu schaffen<sup>23</sup>. Der zur Mundhöhle exponierte Knochen bedeckt sich mit Periost sowie Bindegewebe und das Bindegewebe wiederum mit Epithel<sup>23</sup>. *Weber et al.*<sup>28</sup> konnten in diesem Zusammenhang zeigen, dass bei zweiteiligen Implantaten das epitheliale Attachment apikal und darüber hinaus unterhalb des Mikrospalts zu liegen kommt (Abb. 18). Ferner kann eine häufige Manipulation, z. B. durch das Entfernen bzw. Wiedereinsetzen von Sekundärstrukturen, einen mechanischen Reiz an dieser Verbindungsstelle verursachen, so dass sich das Weichgewebe als Reaktion auf eine geeignete transmukosale Befestigung weiter apikal zu etablieren versucht<sup>2,3</sup>.

Aufgrund des Sinterverbundes zwischen Implantat und Abutment wird beim Replicate-System jeglicher Mikrospace und somit eine mögliche Reizung von Weichgewebe und Knochen weitestgehend umgangen. Durch die girlandenförmige, zahnalsidentische Abutmentgeometrie kann das Weichgewebe besser



## ■ IMPLANTOLOGIE

Sofortimplantation mit einem patientenindividuellen, wurzelanalogen Hybridimplantat



**Abb. 18** Wurzelanalogen Implantat im Vergleich zum konventionellen Implantat

gestützt und ausgeformt werden (Abb. 18). Studien haben gezeigt, dass bei einteiligen Implantaten das bindegewebige Attachment relativ stabil bleibt, während es im Weichgewebe zu Veränderungen kommt, welche größtenteils die Dimension des epithelialen Attachments und die Sondierungstiefe betreffen<sup>6</sup>. Zirkonoxidabutments weisen aufgrund ihrer hohen Biokompatibilität eine gute Weichgewebsapposition auf, wodurch die Ausbildung einer stabilen Weichgewebsmanschette begünstigt wird<sup>2,29</sup>.

Bei zweiteiligen Implantaten kann das Weichgewebe während der Einheilungsphase durch individualisierte Abutments optimal gestützt werden<sup>5</sup>. In letzter Zeit wurde auch für konventionelle Implantate ein Verfahren beschrieben, bei dem mit Hilfe der computer-gestützten Implantologie bereits vor der Implantation ein Abutment angefertigt wird, das im Emergenzprofil der Kontur und Dimension der Zahnes entspricht<sup>12</sup>. Im Fall einer ungeeigneten Dimensionierung kann jederzeit eine Korrektur des Abutmentdesigns erfolgen<sup>21</sup>. Beim Replicate-System hingegen nimmt die präim-

plantologische Planung eine Schlüsselrolle ein, da Konstruktionsfehler auch in Bezug auf das Abutmentdesign einen negativen Einfluss auf den Gesamterfolg der Therapie haben können. Ein zu großer Druck auf das Weichgewebe, sei es durch eine falsche Dimensionierung des Abutments oder eine ungewollt zu bukkale Platzierung des Replicate-Implantats, lässt sich nur schwer korrigieren.

Bei der Verwendung des Replicate-Systems sollte eine Augmentation von dünnen Knochenlamellen in Betracht gezogen werden, um der unvermeidlichen Resorption entgegenzuwirken. Insbesondere beim Bündelknochen, dessen vaskuläre Versorgung durch das parodontale Ligament gesichert wird, kommt es nach der Zahnentfernung zur Resorption. Deshalb empfiehlt es sich, bei der Planung zum Einsatz des Replicate-Systems Freiraum für eine Augmentation zu schaffen, damit diese ausreichend dimensioniert und eine vom umliegenden Knochen sowie vom Periost ausgehende Versorgung gewährleistet ist<sup>8,24</sup>. Eine Augmentation mit rein autologem Knochen sollte präferiert werden, denn so lässt sich die Gefahr einer möglicherweise von Knochenersatzmaterialien und Membranen ausgehenden Fremdkörperreaktion vermeiden<sup>19</sup>. Autogene Knochenchips fördern die Regeneration knöcherner Strukturen durch Osteogenese, Osteoinduktion und Osteokonduktion<sup>14</sup>. Die Verwendung von rein autogenem Knochen erlaubt es, auf eine Membran zur Trennung von Transplantat und Weichgewebe zu verzichten, und der Weichgewebskontakt kann sich positiv auf die Revaskularisierung des Transplantats auswirken<sup>14</sup>.

Obwohl es sich beim Replicate-System um eine Art Guided-Surgery-Verfahren handelt, kann das Einklopfen des Implantats in die Alveole eine hohe Druckbelastung hervorrufen und durch ein apikales Anstoßen zu einem unerwünschten bukkalen Abdriften des Replicate-Implantats führen. Um dieser Gefahr entgegenzuwirken, besteht die Möglichkeit, eine PMMA-Einbringhilfe („tapping guide“) zu verwenden, die das Implantat über eine Abstützung der Nachbarzähne exakt in seine vorgesehene finale Position bringt.

Für den erfolgreichen Einsatz des Replicate-Verfahrens ist eine strenge Indikationsstellung eine



wichtige Voraussetzung, da große Knochendefekte und ausgeprägte apikale Entzündungsprozesse den Behandlungserfolg gefährden können. Wenn sich diese Voraussetzung nicht erfüllen lässt, sollten alternative

Therapiekonzepte in Betracht gezogen werden. Generell sind klinische Studien mit längeren Beobachtungszeiten erforderlich, um eine endgültige Beurteilung des Replicate-Systems vornehmen zu können.

## Literatur

1. Araujo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F. Alveolar socket healing: what can we learn? *Periodontol* 2000 2015;68:122-134.
2. Becker K, Mihatovic I, Golubovic V, Schwarz F. Impact of abutment material and dis-/re-connection on soft and hard tissue changes at implants with platform-switching. *J Clin Periodontol* 2012;39:774-780.
3. Canullo L, Bignozzi I, Cocchetto R, Cristalli MP, Iannello G. Immediate positioning of a definitive abutment versus repeated abutment replacements in post-extractive implants: 3-year follow-up of a randomised multicentre clinical trial. *Eur J Oral Implantol* 2010;3:285-296.
4. Chen ST, Darby IB, Reynolds EC. A prospective clinical study of non-submerged immediate implants: clinical outcomes and esthetic results. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18:552-562.
5. Chu SJ, Hochman MN, Tan-Chu JH, Mielezsko AJ, Tarnow DP. A novel prosthetic device and method for guided tissue preservation of immediate postextraction socket implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2014;34(Suppl 3):s9-s17.
6. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D. Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implanto-gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:186-198.
7. Cooper LF. Objective criteria: guiding and evaluating dental implant esthetics. *J Esthet Restor Dent* 2008;20:195-205.
8. Cutright DE. The proliferation of blood vessels in gingival wounds. *J Periodontol* 1969;40:137-141.
9. Den Hartog L, Slater JJ, Vissink A, Meijer HJ, Raghoobar GM. Treatment outcome of immediate, early and conventional single-tooth implants in the aesthetic zone: a systematic review to survival, bone level, soft-tissue, aesthetics and patient satisfaction. *J Clin Periodontol* 2008;35:1073-1086.
10. Esposito M, Grusovin MG, Polyzos IP, Felice P, Worthington HV. Timing of implant placement after tooth extraction: immediate, immediate-delayed or delayed implants? A Cochrane systematic review. *Eur J Oral Implantol* 2010;3:189-205.
11. Evans CD, Chen ST. Esthetic outcomes of immediate implant placements. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:73-80.
12. Finelle G, Lee SJ. Guided immediate implant placement with wound closure by computer-aided design/computer-assisted manufacture sealing socket abutment: case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017; 32:e63-e67.
13. Grunder U. Crestal ridge width changes when placing implants at the time of tooth extraction with and without soft tissue augmentation after a healing period of 6 months: report of 24 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2011; 31:9-17.
14. Hanser T, Khoury F. Behandlung von Extraktionsalveolen im ästhetischen Bereich mit autogenen Hart- und Weichgewebs-transplantaten: Eine konsekutive klinische Studie über fünf Jahre. *Internationales Journal für Parodontologie & Restaurative Zahnheilkunde* 2014;34:289-296.
15. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada J. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:31-39.
16. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada JL, Zimmerman G. Facial gingival tissue stability following immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: a 2- to 8-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:179-187.
17. Kontogiorgos ED, Gharpure P, Iheanacho EO, Gonzales CJ, Opperman LA. Preclinical evaluation of a crown-splinted custom root-shaped implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017;32:1023-1032.
18. Lang NP, Pun L, Lau KY, Li KY, Wong MC. A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(Suppl 5): 39-66.
19. Noelken R, Moergel M, Kunkel M, Wagner W. Immediate and flapless implant insertion and provisionalization using autogenous bone grafts in the esthetic zone: 5-year results. *Clin Oral Implants Res* 2018;29:320-327.
20. Saeidi Pour R, Randelzhofer P, Edelhoff D, Prandtner O, Rafael CF, Liebermann A. Innovative single-tooth replacement with an individual root-analog hybrid implant in the esthetic zone: case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017;32:e153-e160.
21. Stern JK, Bingham CM, Pumphrey BJ, Chiche GJ, Britton E. Novel approach to managing malsequenced and malpositioned immediately placed implants in the esthetic zone. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2017;37:273-280.
22. Tallarico M, Canullo L, Caneva M, Özcan M. Microbial colonization at the implant-abutment interface and its possible influence on periimplantitis: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthodont Res* 2017;61:233-241.
23. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS. The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol* 2000; 71:546-549.
24. Tarnow DP, Chu SJ, Salama MA et al. Flapless postextraction socket implant placement in the esthetic zone: part 1. The effect of bone grafting and/or provisional restoration on facial-palatal ridge dimensional change-a retrospective cohort study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2014;34:323-331.
25. Trimpou G, Weigl P, Krebs M, Parvini P, Nentwig GH. Rationale for esthetic tissue preservation of a fresh extraction socket by an implant treatment concept simulating a tooth replantation. *Dent Traumatol* 2010;26: 105-111.
26. Vermynen K, Collaert B, Lindén U, Björn AL, de Bruyn H. Patient satisfaction and quality of single-tooth restorations. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:119-124.
27. Wagenberg B, Froum SJ. A retrospective study of 1925 consecutively placed immediate implants from 1988 to 2004. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:71-80.
28. Weber HP, Buser D, Donath K et al. Comparison of healed tissues adjacent to submerged and non-submerged unloaded titanium dental implants. A histometric study in beagle dogs. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7:11-19.
29. Welander M, Abrahamsson I, Berglundh T. The mucosal barrier at implant abutments of different materials. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:635-641.