

## Fokus

### *Individuell angefertigte Implantate*

# Der Zahn der Zeit?

**Dentale Implantate sind eine optimale Methode, um nicht erhaltungswürdige oder fehlende Zähne zu ersetzen. Prinzipiell werden vier verschiedene Typen von Implantationszeitpunkten unterschieden. Typ 1: stellt die Sofortimplantation dar, Typ 2 die verzögerte Sofortimplantation 4 bis 8 Wochen nach dem Eingriff, Typ 3 die verzögerte Implantation 12 bis 16 Wochen nach dem Eingriff und Typ 4 die Spätimplantation mehr als 16 Wochen nach dem Eingriff<sup>1</sup>.**

Die Typ-1-Sofortimplantation bietet neben einer kürzeren Gesamtdauer der Behandlung weitere Vorteile hinsichtlich des weitgehenden Erhalts des Alveolarknochens, einer reduzierten Anzahl chirurgischer Eingriffe sowie einer primär günstigeren Weichgewebemorphologie<sup>1,2</sup>. Jedoch stellen Diskrepanzen zwischen Implantat- und Alveolendurchmesser sowie zu geringe Knochenqualität und damit verbundene geringere Primärstabilität den Operateur oftmals vor Schwierigkeiten. Diese Probleme hängen mit den Charakteristiken herkömmlicher Implantate zusammen. Um genau diese Herausforderungen zu umgehen, können Implantate mit demselben Design wie die extrahierte Wurzel nützlich sein<sup>3</sup>.

Erste Ideen von einem der Wurzelform identischen Implantat wurden bereits 1969 beschrieben<sup>4</sup>. Das Implantatsystem wurde aus kalt- oder heißpolymerisierten Polymethylmethacrylat (PMMA) hergestellt. Da es jedoch zu keiner Osseointegration kam, sondern nur zu einer Fibrinintegration, geriet dieses Material in Vergessenheit. Erneute Versuche fanden 1992 mit Titan als Material statt, welches eine Osseointegrationsrate von 88 % zeigte<sup>4</sup>. Es konnte festgestellt werden, dass die Passgenauigkeit eines wurzelanalogen Implantats zur Alveole eine Rolle für die Osseointegration spielt. Diesen Gedanken berücksichtigte das Re Implant-System aus dem Jahr 1997, indem es den koronalen Bereich

des wurzelanalogen Implantats etwas breiter gestaltete, um so den Verlust von parodontalem Gewebe während der Extraktion auszugleichen. Dadurch sollte eine engere Adaption des Implantats an die Alveole erzielt werden<sup>5</sup>.

In einer Tierversuchsstudie an Affen wurden jeweils die ersten und zweiten Schneidezähne extrahiert. Die entfernten Zähne wurden nach Kürettage der Alveole erneut eingesetzt und der Spalt zwischen der Alveole und der Wurzel gemessen. Anschließend wurden die Wurzeln eingescannt und mithilfe einer Software im koronalen Bereich vergrößert<sup>6</sup>. Das Implantat wurde anhand des Wurzeldesigns mit einer Fräsmaschine aus einem Titanzylinder Grad 2 hergestellt. Im Gegensatz zum Implantatsystem von 1992 wurden hier die Wurzeloberflächen mit Aluminiumoxid sandgestrahlt und säuregeätzt. Der extraossäre Bereich des Implantats wurde poliert. Die Implantate konnten nach der Fertigung noch alle am selben Tag der Extraktion inseriert werden. Eine Osseointegration der Implantate konnte histologisch nachgewiesen werden. Jedoch beschrieb man, dass manche Implantate zu breit gestaltet wurden, was zu Frakturen an der bukkalen Lamelle führte<sup>2</sup>.

Im Jahr 2007 wurde das BioImplant (Fa. Face your face, Wien/Österreich) als ein neues Design für wurzelanaloge Implantate beschrieben, bei dem Zirkoniumdioxid als Material für die Herstellung des Implantats verwendet wird, um die Biokompatibilität und die Ästhetik zu verbessern. Auf der gesamten Wurzeloberfläche wurden Mikro- und Makroretentionen angebracht, um die Primärstabilität und damit die Osseointegration zu verbessern. Bei diesem neuen Design wurde der Durchmesser des Implantats neben der bukkalen Kortikalis reduziert, um eine Fraktur der knöchernen Wand und einen druckbedingten Knochenverlust zu vermeiden<sup>7</sup>.

2013 wurde eine neue Methode zur Herstellung von wurzelanalogen Implantaten be-

schrieben. In einer Studie von Moin<sup>8</sup> wurde ein menschlicher bezahnter Unterkiefer eines Toten mit digitaler Volumetomografie (DVT) gescannt. Anhand der dreidimensionalen Darstellung wurde ein wurzelanalogenes Titanimplantat mit selektiver Laserschmelztechnik hergestellt. Das Implantat bestand aus einer Titan-Aluminium-Vanadium-Legierung. Das fertige Implantat und der formidentische extrahierte Zahn wurden durch optische Scans miteinander verglichen. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass es durchaus möglich ist, eine präzise Nachbildung einer Zahnwurzel im Sinne eines wurzelanalogen Implantats herzustellen<sup>9</sup>.

Titan gilt als Material der Wahl, jedoch rückt Zirkoniumdioxid als Implantatmaterial immer mehr in den Vordergrund. Zirkoniumdioxid verbessert das ästhetische Ergebnis vor allem in der Oberkieferfront und verursacht keine graue Verfärbung des Weichgewebes, welche bei Titanimplantaten und Titanabutments zu beobachten ist. Um diesem ästhetischen Problem entgegenzuwirken, wurden nun Implantate aus Titan und einem verbundenen Zirkonabutment auf dem Dentalmarkt eingeführt.

Das Zirkoniumdioxid-Abutment wird mit der Titanwurzel durch ein Sinterverfahren verschmolzen, wodurch kein Mikropalt entsteht, welcher eine mögliche Ursache für einen beträchtlichen Knochenverlust um das Implantat herum während der Remodellierung darstellt<sup>10</sup>.

Das Replicate-Implantatsystem (Fa. Natural Dental Implants, Berlin) wurde im Jahr 2016 in einem Fallbericht thematisiert. Darin wurde die Extraktion und unmittelbar anschließende Implantation von einem mittleren oberen Schneidezahn beschrieben. Der Fallbericht zeigte ein ästhetisches Ergebnis und einen guten Knochen- und Weichgewebeerhalt nach Implantation<sup>2</sup>.

Bei derartigen wurzelförmigen Implantaten handelt es sich meist um einteilige Hybridimplantate, die durch CAD/CAM-Technik bereits vor der geplanten Extraktion und weiterer

Implantation hergestellt werden. Dabei setzen sie sich aus einem enossalen Titanwurzelanteil und einem Abutment aus Zirkoniumdioxid zusammen. Das Abutment besitzt eine vorgefertigte Präparationsform und wird während der Einheilung von einer zahnfarbenen Klebebrücke vor jeglicher Belastung geschützt. Die Einheilung dieses einteiligen Implantat-systems erfolgt transgingival. Der Vorteil einer transgingivalen Einheilung besteht darin, die Implantatfreilegung einsparen zu können. Das heißt, ein weiterer chirurgischer Eingriff ist nicht mehr notwendig. Das Risiko für eine Narbenbildung kann dadurch verringert werden<sup>10</sup>.

Der folgende Patientenfall beschreibt anhand eines im Handel erhältlichen CAD-CAM gefrästem wurzelförmigem Implantats diese Art der Versorgung.

## FALLBERICHT

Im Februar 2019 stellte sich eine junge Patientin mit Schmerzen im Frontzahnbereich vor. Nach ausführlicher Diagnostik präsentierte sich der endodontisch behandelte Zahn 11 aufgrund einer Längsfraktur als nicht erhaltungswürdig. Nach Abwägung anderer alternativer Behandlungsmethoden entschied sich die Patientin zusammen mit den Behandlern für ein CAD-CAM gefrästes wurzelförmiges Implantat, welches sich für die Situation sehr gut zu eignen schien.

Im Zuge des ersten Termins wurden ein intraoraler Fotostatus und eine zweidimensionale Röntgenübersichtsaufnahme (OPTG) angefertigt (Abb. 1). Am selben Termin wurden für die Herstellung des wurzelanalogen Implantats ein Intraoralscan in STL-Format (Oberkiefer, Unterkiefer und virtuelles Bissregistrat) und ein DVT-Scan in DICOM-Format angefertigt, die anschließend mitsamt Laborauftrag an den Implantathersteller übermittelt werden konnten (Abb. 2 und 3). Das Field of View (FoV) sollte sich – falls möglich – auf den zu ersetzenden Zahn und seine Nachbarzähne

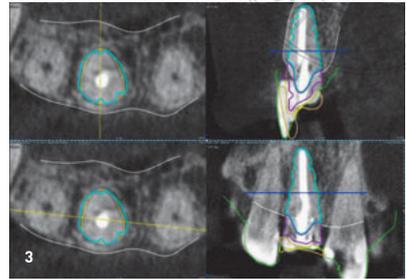
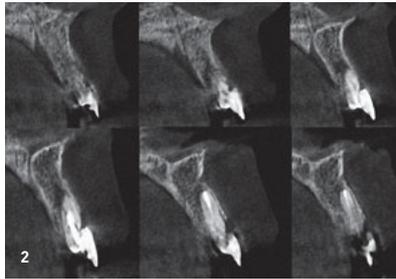
begrenzen. Mit den gesendeten Daten und Designs erstellte die Firma das Implantat sowie eine Vorlage für eine provisorische Klebebrücke aus PMMA. Hierfür wurden eine Spalthöhe von 0,5 mm zum Implantat und jeweils eine palatinale Klebefläche an den Zähnen 21 und 21 vorgesehen (Abb. 4).

Um die Passgenauigkeit des Implantats unmittelbar nach der Exzision überprüfen zu können, wurde neben dem eigentlichen wurzelförmigen Implantat ein formgleicher „Try-in-Tooth“ angefertigt, welcher vor Implantation testweise in das leere Zahnfach eingesetzt wird (Abb. 5).

Der Zweittermin galt der Exzision sowie der Insertion des wurzelförmigen Implantats. Die Patientin spülte ihren Mund mit einer 0,12%igen CHX-Spüllösung und wurde mit Ultracain D-S forte mit Epinephrinzusatz 1:100.000 lokal anästhesiert. Daraufhin wurde bukkal für eine bessere Sicht und eine Entlastung der Gingiva ein Mukoperiostlappen gebildet (Abb. 6 und 7).

Eine Voraussetzung für das erfolgreiche Implantieren eines wurzelanalogen Implantats ist eine möglichst atraumatische Exzision ohne großen Knochenverlust. Zu diesem Zweck wurde die Wurzel des Zahns 11 mit Piezotechnik mobilisiert, die Zahnkrone abgenommen, die Wurzel vertikal geteilt und unter besonderer Berücksichtigung der bukkalen Knochenlamelle entfernt (Abb. 8 und 9).

Nach genauer Überprüfung der Vollständigkeit der entfernten Wurzel wurde die Alveole sorgfältig kürettiert (Abb. 10). Anschließend wurde der mitgelieferte „Try-in-Tooth“ aus Zirkoniumdioxid testweise in die Alveole eingebracht, um die Passgenauigkeit des formgleichen, noch steril verpackten, wurzelanalogen Implantats zu überprüfen (Abb. 11). Nach Überprüfung der Passgenauigkeit im palatinalen Bereich der knöchernen Alveole wurden mit einem kleinen Rosenbohrer Bohrungen vorgenommen, um eine zusätzliche intraalveoläre Blutung anzuregen (Abb. 12).



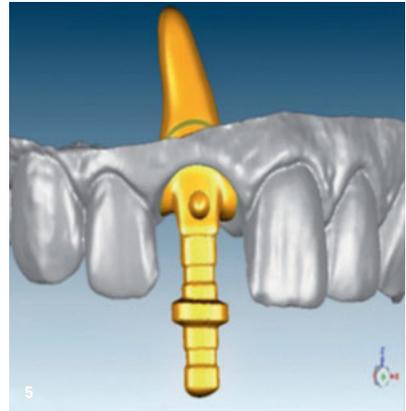
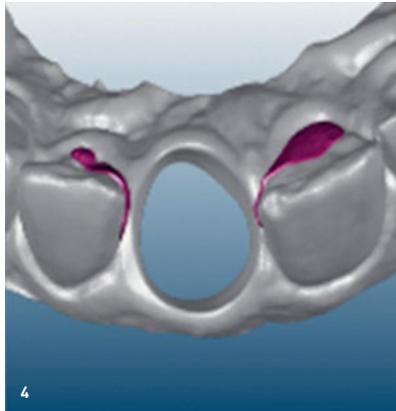
**Abb. 1** Situation vor der Implantation (OPTG).

**Abb. 2** Situation vor der Implantation (DVT).

**Abb. 3** Computerunterstütztes Design Zahn 11.

**Abb. 4** Planung der Klebeflächen für das „Covershield“.

**Abb. 5** Design der „Try-in-Tooth“-Position.



**Abb. 6** Situation vor der Extraktion Zahn 11.

**Abb. 7** Mobilisierter Mukoperiostlappen in Regio 12–21.

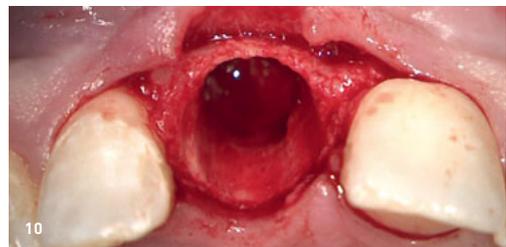
**Abb. 8** Abnahme der Krone an Zahn 11.

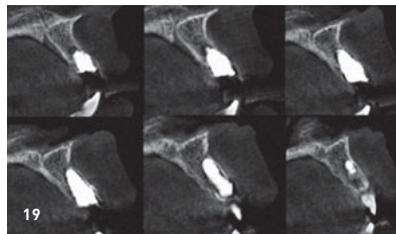
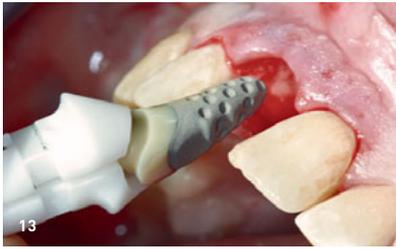
**Abb. 9** Entfernte Zahnwurzel 11.

**Abb. 10** Leere Alveole nach Extraktion [palatinale Ansicht].

**Abb. 11** „Try-in-Tooth“ in der Alveole.

**Abb. 12** Bohrungen an der palatinalen Alveolarwand.





**Abb. 13** Platzierung des individuellen Implantats (Schritt 1).  
**Abb. 14** Platzierung des individuellen Implantats (Schritt 2).  
**Abb. 15** Insertion des Implantats unter leichtem Klopfen.  
**Abb. 16** Definitive Implantatposition nach Insertion.  
**Abb. 17** Vestibuläre Ansicht nach Operation.  
**Abb. 18** OPTG direkt nach Implantation.  
**Abb. 19** DVT-Ausschnitte direkt nach Implantation.

Da der „Try-in-Tooth“ eine gute Passgenauigkeit aufwies, konnte das eigentliche Implantat aus seiner sterilen Verpackung entnommen und in der Alveole positioniert werden.

Das CAD-CAM gefräste wurzelförmige Implantat wurde mit einem speziell vom Hersteller mitgelieferten Einbringinstrument unter leichtem Klopfen in die optimale Position inseriert (Abb. 13 bis 16).

Nachdem das Implantat erfolgreich eingebracht worden war, erfolgte eine anschließende visuelle Inspektion und die Readaptation der mobilisierten Gingiva mit 2 seitlichen Einzelknopfnähten (Abb. 17). Zur Kontrolle wurden im Anschluss der Operation noch ein DVT und ein OPTG angefertigt (Abb. 18 und 19). Auf ihnen war ein passgenauer Sitz des Implantats in der Alveole zu erkennen. Der Patientin wurden ein Antibiotikum (Amoxicillin und Clavulansäure)

und ein Schmerzmedikament (Mefenaminsäure) postoperativ verschrieben.

**FAZIT**

Der dargestellte Patientenfall zeigt, dass bei passender Indikationsstellung individuelle CAD/CAM-Implantat-Systeme durchaus eine Alternative zu herkömmlichen Implantaten sein können. Es hat sich herausgestellt, dass das CAD/CAM-Implantat – im Sinne einer Sofortimplantation – Resorptionsvorgänge von Knochen- und Weichgewebe vermindern kann. Die CAD/CAM-Technik ermöglicht heute vielseitige Innovationen im Bereich der Implantologie. Es sind jedoch noch großflächige klinische Studien nötig, um diese Methoden alltäglich anwendbar zu machen.

## LITERATUR

1. Weber T. Memorix Zahnmedizin. Stuttgart: Thieme, 5. Aufl., 2017.
2. Saeidi Pour R, Freitas Rafael C, Engler MLPD et al. Historical development of root analogue implants: A review of published papers. Br J Oral Maxillofac Surg 2019;57(6):496–504.
3. Regish KM, Sharma D, Prithviraj DR. An Overview of Immediate Root Analogue Zirconia Implants. J Oral Implantol 2013;39(2):225–233.
4. Lundgren D, Rylander H, Andersson M et al. Healing-in of root analogue titanium implants placed in extraction sockets. An experimental study in the beagle dog. Clin Oral Implants Res 1992;3(3):136–143.
5. Kohal RJ, Klaus G, Strubl JR. Clinical investigation of a new dental immediate implant system. The reimplant-system. Deutsch Zahn Z 2002;57:495–497.
6. Kohal RJ, Hürzeler MB, Mota LF et al. Custom-made root analogue titanium implants placed into extraction sockets. An experimental study in monkeys. Clin Oral Implants Res 1997;8(5):386–392.
7. 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(11):1127–1132.
8. Moin DA, Hassan B, Mercelis P et al. Designing a novel dental root analogue implant using cone beam computed tomography and CAD/CAM technology. Clin Oral Implants Res 2013;24:25–27.
9. Gehrke P, Alius J, Fischer C et al. Retentive strength of two-piece CAD/CAM zirconia implant abutments: Retentive strength two-piece CAD/CAM abutments. Clin Implant Dent Relat Res 2014;16(6):920–925.
10. Gutwald R, Gellrich NC, Schmelzeisen R. Zahnärztliche Chirurgie und Implantologie: Für Studium, Examen und Beruf. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag, 3. überarb. u. erw. Aufl., 2018.



**BENEDIKT SCHNEIDER**

Dr. med. dent.  
Zentrum für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Danube Private University Krems, Österreich  
E-Mail: schneider.benedikt@dp-uni.eu



**OLIVER MELLER**

Dr. med. dent.  
Zentrum für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Danube Private University Krems, Österreich  
E-Mail: meller.oliver@dp-uni.eu



**FLORIAN PFAFFENEDER-MANTAI**

Ass.-Prof. OA Dr. med. dent., MA  
Zentrum für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Danube Private University Krems, Österreich  
E-Mail: florian.pfaffeneder@dp-uni.ac.at