

A. Dmoch¹, R. Martin²

CAD/CAM Abutment bei zweiteiligem Zirkondioxidimplantat – Fallbericht

*CAD/CAM abutment on two-component
zirconia implant – case report*



A. Dmoch

Einleitung: Der zunehmende Wunsch nach einer metallfreien Rehabilitation erfordert im Einzelfall auch eine Alternative zu den bislang hauptsächlich eingesetzten Titanimplantaten. Zweiteilige Zirkondioxidimplantate könnten zukünftig dabei eine Rolle spielen. Dabei wird neben der erfolgreichen Osseointegration und biomechanischen Belastbarkeit entscheidend sein, ob es in der prothetischen Phase gelingt, Behandlungskonzepte auf Zirkondioxidbasis zu entwickeln, die sich mit den ästhetischen Erfolgen bei Titanimplantaten vergleichen lassen können. Neben der Zweiteiligkeit der Zirkondioxidimplantate spielt dabei vor allem die Ausformung und die anschließende Stützung des Emergenzprofils mittels individueller CAD/CAM Abutments eine entscheidende Rolle.

Material und Methode: In diesem Fallbericht wird die erstmalige Anwendung eines individuellen CAD/CAM Zirkondioxidabutments (CAD/CAM Zirkondioxidbasisabutment verklebt mit einem individuell gefrästen Zirkondioxidaufbau) bei der prothetischen Versorgung eines zweiteiligen Zirkondioxidimplantates beschrieben.

Ergebnis: Nach Ausformung des Emergenzprofils mit provisorischen Abutments ist die definitive Abstützung der periimplantären Weichgewebe mit Rekonstruktion der Papillen auch bei zweiteiligen Zirkondioxidimplantaten möglich. Für ein optimales Ergebnis im Bereich der roten Ästhetik konnte ein individuelles CAD/CAM Zirkondioxidabutment hergestellt und klinisch sicher subgingival geklebt werden.

Schlussfolgerung: Die vorliegende Fallpräsentation zeigt den erstmaligen Versuch, das zweiteilige Zirkondioxidimplantat Zeramex T mittels eines individuell gefertigten CAD/CAM Zirkondioxidabutments prothetisch zu versorgen.

(Dtsch Zahnärztl Z 2013; 68: 77–82)

Schlüsselwörter: CAD/CAM Abutment, Zweiteiligkeit, Zirkonoxidimplantate, metallfreie Rehabilitation

Introduction: The increasing demand for metal-free dental rehabilitations requires an alternative to the common titanium-implants in individual cases. Two-piece zirconia implants could therefore be a viable alternative in the not so distant future. In addition to successful osseointegration and biomechanical behavior, it will be important to develop prosthetic components in zirconium dioxide, which are functionally comparable with those used on titanium implants. The design and support of the emergence profile requires CAD/CAM abutments to achieve a perfect aesthetic result.

Material and methods: This case report presents the application of an individual CAD/CAM zirconia abutment (individually milled CAD/CAM zirconia abutment cemented using a composite cement) for the prosthetic rehabilitation of a two-component zirconia implant.

Results: After designing an emergence profile with temporary abutments, the definitive support of the periimplant soft tissue including the reconstruction of the papillae is also possible with two-component zirconia implants. To achieve an optimal result with regard to pink aesthetics, an individual CAD/CAM zirconia abutment was manufactured.

Conclusion: The present case study is the first attempt of a prosthetic fitting of a two-component Zeramex T zirconia implant with an individual CAD/CAM abutment.

Keywords: CAD/CAM abutment, two-component zirconia implant, metal-free dental rehabilitations

¹ see u smile Hannover, Hannover

² Zahntechnik-Team Ralf Martin, Hannover

Peer-reviewed article: eingereicht: 21.05.2012, revidierte Fassung akzeptiert: 16.01.2013

DOI 10.3238/dzz.2013.0077-0082

Einführung

Der zunehmende Wunsch der Patienten nach metallfreiem Zahnersatz macht auch vor der Implantologie nicht Halt. Unabhängig davon können Zirkondioxidimplantate für Patienten mit genetischer Entzündungsneigung gegenüber Titanabrieb eine mögliche Alternative zu Titanimplantaten sein. In den letzten Jahren wurden daher sowohl ein- als auch zweiteilige Zirkondioxidimplantate entwickelt. Zweiteilige Zirkondioxidimplantate bieten die von Titanimplantaten bekannten Vorteile bei augmentativen Begleitmaßnahmen oder bei Divergenzen zwischen Implantat-achse und klinischer Krone.

Bislang existieren noch keine zweiteiligen Zirkondioxidimplantate mit schraubbaren Abutments. Alle temporären Abdeckungen werden daher außen an der Implantatschulter oder in der inneren Implantatgeometrie über Friktion verankert.

Die definitiven prothetischen Abutments müssen mit Kompositzementen befestigt werden. Im Vergleich zu der Möglichkeit, Abutments bei Titanimplantaten unabhängig von der subgingivalen Lage der Implantatschulter zu verschrauben, bedeutet die Verklebung der definitiven Abutments bei Zirkondioxidimplantaten eine Umstellung der bekannten Arbeitsweise. Die Verklebung der Zirkondioxidabutments bringt schon in der chirurgischen Behandlungsphase spezifische Anforderungen mit sich. Diese beziehen sich auf die Wahl des geeigneten Implantatdurchmessers und auf die korrekte vertikale und horizontale Implantatposition.

Dementsprechend gilt es, diese Besonderheit schon präoperativ bei der Planung zu beachten. Nur so ist es möglich, die bekannten Eckwerte aus dem Bereich der prothetischen Versorgung von Titanimplantaten auf die Zirkondioxidimplantate zu übertragen.

Ausgangssituation

Eine 21-jährige Patientin hat als Folge eines Unfalls im April des Jahres 2010 den Zahn 11 verloren (Abb. 1). Nach Eingliederung einer Interimsprothese alio loco erfolgte im November 2010 ebenfalls alio loco ein präoperativer autologer Knochenaufbau. Im Anschluss

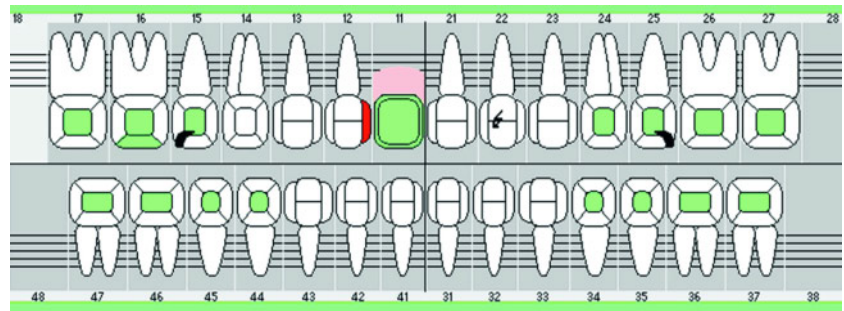


Abbildung 1 Zahnschema vor Behandlungsbeginn.

Figure 1 Dental situation before treatment.

an diese Vorbehandlung sollte im April 2011 der Zahn 11 durch ein Keramikimplantat definitiv ersetzt werden.

Anamnese

Auf Grund einer Nierenerkrankung, die die Patientin angab, hatte diese den Wunsch, den fehlenden Zahn 11 metallfrei zu rehabilitieren. Gleichzeitig bestand der Wunsch der Patientin, die intakten Nachbarzähne nicht in eine Brückenversorgung einzubeziehen. Weitere allgemeinmedizinische Vorerkrankungen bestanden nicht.

Befund

Der intraorale Befund ergab nach Extraktion von Zahn 11 und temporärem Ersatz mittels Interimsprothese durch den Hauszahnarzt eine gut verheilte Schleimhautsituation regio 11. Nach ebenfalls alio loco durchgeführter horizontaler Augmentation mittels Knochenspan erschien das Knochen- und Weichgewebeangebot in vertikaler Richtung ausreichend. Es zeigte sich ein günstiger Mukosaverlauf in apiko-koronaler Richtung mit einem leichten Volumendefizit nach buccal. Das Lippenbändchen inserierte nach der Voroperation 2 mm nach distal versetzt (Abb. 2–4).

Die weitere klinische Untersuchung ergab einen Schlussbiss in Kl. I mit Frontzahnkontakt. Die habituelle Okklusion entsprach der zentrischen Relation. Die Translation der Gelenkköpfe war bei physiologischer Mundöffnung nicht eingeschränkt und frei von Geräuschen.

Bis auf eine approximale Initialkaries bei Zahn 12 waren die Zähne kariesfrei. Der Parodontalbefund ergab eine auf die Oberkieferfront lokalisierte Gingivitis und einen Code 2 beim Parodontal Screening Index. Der Zahn 21 zeigte einen konkaven Schneidekantenverlauf, bei Zahn 22 lag eine noch unfallbedingte Fraktur der mesialen Schneidekante vor.

Der Röntgenbefund mittels OPG Messaufnahme ergab ein ausreichendes vertikales Knochenangebot auch oberhalb der horizontalen Augmentation im ortständigen Knochen (Abb. 5).

Behandlungsplan

Nach klinischer und röntgenologischer Implantatanalyse wurde ein definitiver Ersatz des Zahnes 11 mittels eines zweiteiligen Zeramex T Implantates (Dental Point, Zürich, Schweiz) angestrebt. Die Ausformung der Mukosa und die Induktion von approximalen Papillen sollte nach der Freilegung durch ein adhäsiv erweiterbares Kunststoffabutment durchgeführt werden. Zur definitiven Stützung der Papillen und als Träger der definitiven Zirkondioxidkrone wurde ein individuelles CAD/CAM Abutment auf Zirkondioxidbasis geplant (see u smile GmbH, Hannover, Deutschland).

Begleitend sollten konservierende Behandlungen der Zähne 12 und 22 sowie eine Nachkonturierung der Schneidekanten bei den Zähnen 21 und 22 stattfinden.

Für die Umsetzung der prothetischen notwendigen Implantatposition sollte nach analoger dreidimensionaler Modellplanung eine Bohrschablone für die Pilotbohrung verwendet werden.



Abbildung 2 Ansicht regio 11 präoperativ von vestibulär.

Figure 2 Initial situation regio 11, vestibular view.



Abbildung 3 Rote und weiße Ästhetik mit Interimsersatz vor Behandlungsbeginn.

Figure 3 Initial aesthetic situation with temporary denture before treatment.



Abbildung 4 Ansicht regio 11 präoperativ von okkusal.

Figure 4 Initial situation regio 11, occlusal view.

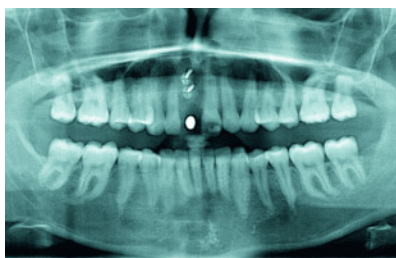


Abbildung 5 OPG präoperativ mit Messkugel regio 11.

Figure 5 Preoperativ X-ray picture OPG.



Abbildung 6 OP Situation nach Lappenbildung.

Figure 6 Operative situation after flap formation.



Abbildung 7 Implantatinsertion regio 11.

Figure 7 Operative situation after implantation.

Therapie

Chirurgische Phase

Im April 2011 wurde in Position 11 ein Zeramex 4,2 Implantat der Länge 14 mm (Dentalpoint AG, Schweiz) zentral auf einer Verbindungslinie der Mitten der Nachbarzähne inseriert. Das eingheilte vestibuläre Knochenaugmentat wurde zur mittigen Insertion des Implantates koronal mittels vertikaler Spaltung gelockert und nach vestibulär mobilisiert (Abb. 6, 7)

Die Implantatschulter wurde 2 mm apikal der Schmelz-Zementgrenze von Zahn 21 und 0,5 mm supracrestal positioniert (Abb. 7, 10). Die vestibulär nach Augmentatverlegung entstandenen Knochenstufen sowie die palatinalen Knochendehiszenzen wurden mit Knochenersatzmaterial (Bio-Oss, Fa. Geistlich, Wolhusen, Schweiz) aufgefüllt und mit einer resorbierbaren Kollagenmembran (Bio-Gide, Fa. Geistlich, Wolhusen, Schweiz) abgedeckt (Abb. 8, 9). Nach komplikationsloser Einheilung erfolgte im August 2011 die operative Freilegung des Implantates (Abb. 11, 12). Dabei sollte möglichst viel Gingivavolumen erhalten bleiben. Eine direkt über dem

Implantatkopf durchgeführte türflügelartige Inzision ermöglichte mit dem Provisorium ein Verschieben von Gingivavolumen nach approximal in den Bereich der neu auszuförmenden Papillen (Abb. 13, 14). Gleichzeitig konnte durch das minimalinvasive Vorgehen auf einen Nahtverschluss verzichtet werden.

Prothetische Phase

Bei der Implantatfreilegung wurde anstelle eines konventionellen Sulkus/Mukosaformers ein vorbereitetes Kunststoffprovisorium eingesetzt (Abb. 15). Das Kunststoffprovisorium ist in der Lage, das periimplantäre Weichgewebe von der kreisrunden Form auf Höhe der Implantatschulter auf den natürlichen Zahnquerschnitt im Übergangsbereich des Emergenzprofils zur Mundhöhle umzuformen. Bis zum Erreichen des gewünschten Querschnittes wurde das Provisorium mehrfach schrittweise adhäsiv mit Kunststoff aufgebaut.

Zur definitiven dreidimensionalen Abstützung des so induzierten Emergenzprofils wurde ein individuelles CAD/CAM Abutment eingesetzt, bestehend aus 2 Teilen. Ein konfektioniertes Zirkondioxid Basisabutment (Dental-

point AG, Zürich, Schweiz) (Abb. 16) wurde mit einem individuellen CAD/CAM Aufbau (see u smile GmbH, Hannover, Deutschland) (Abb. 17) dauerhaft verklebt (RelyXUnicem, 3M Espe, Neuss, Deutschland). Die Plattform des Basisabutments ermöglichte einen Scanprozess im Labor. Ausgehend von dem Basisabutment konnte virtuell der individuelle Aufbau und im Anschluss daran das Zirkondioxidgerüst für die Verblendkrone konstruiert werden (Circon-System, DeguDent, Hanau, Deutschland).

Die suprakrestale Lage der Implantatschulter ermöglichte in diesem Falle das Applizieren eines Fadens (Gingi-Plain Max Z-Twist, Nr. 00, Gingi-Pak, Camarillo, USA) und damit die relative Trockenlegung beim Einkleben des Abutments (Abb. 18). Der zirkuläre Zugang erleichterte zudem die mechanische Entfernung der Kunststoffreste. Das Verkleben des individuellen CAD/CAM Abutments mit Implantat erfolgte nach Reinigung mit Alkohol nach den Richtlinien der Fa. Dentalpoint mit RelyX-Unicem (3M Espe, Neuss, Deutschland).

Nach dem Eingliedern des CAD/CAM Abutments konnte in der bekannten Kronentechnik weiter gear-



Abbildung 8 Intraoperative Situation mit Knochenaufbau.

Figure 8 Intraorally situation with bone augmentation.

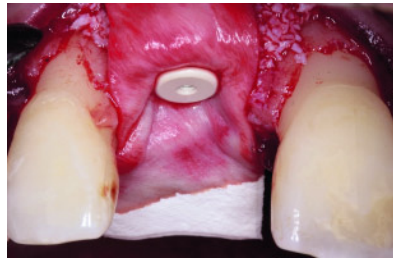


Abbildung 9 Abdeckung mit Bio-Gide.
Figure 9 Covering with Bio-Gide.

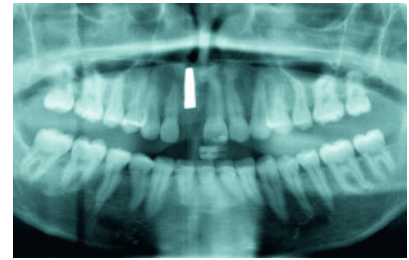


Abbildung 10 OPG nach Implantation 11.
Figure 10 X-ray picture OPG after implantation regio 11.



Abbildung 11 Klinische Situation vor Implantatfreilegung.

Figure 11 Clinical situation before implant uncovering.

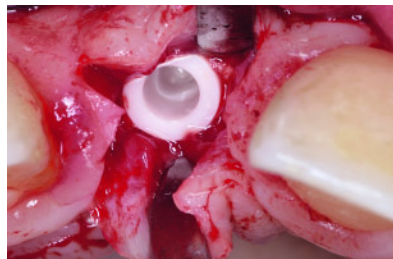


Abbildung 12 Freilegung mit Türflügel-schnitt.

Figure 12 Uncovering with door leaf figured surgical incision.

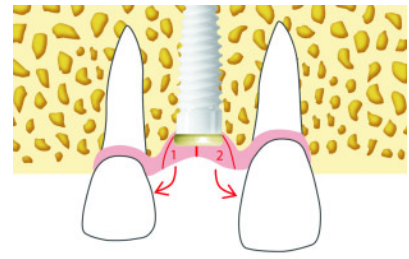


Abbildung 13 Erhalt des Weichgewebes über dem Implantat.

Figure 13 Soft tissue preservation over the implant.

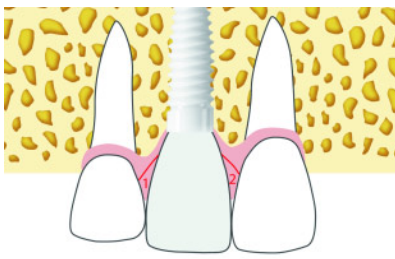


Abbildung 14 Verschieben des Weichgewebes über dem Implantat nach proximal.

Figure 14 Moving the soft tissue over the implant to the proximal area.

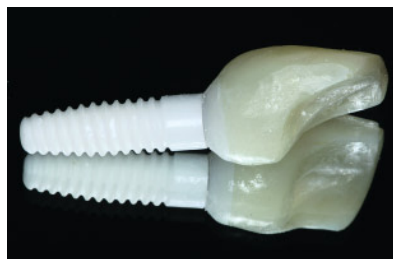


Abbildung 15 Kunststoffabutment mit Provisorium.

Figure 15 Temporary plastic abutment with temporary crown.



Abbildung 16 CAD/CAM Basisabutment mit Scan-Plattform.

Figure 16 CAD/CAM basic abutment with scan platform.

beitet werden. Abschließend wurde eine Vollkeramikkrone mit einem Gerüst aus Zirkoniumdioxid (Cercon-System, DeguDent, Hanau, Deutschland) hergestellt, das mit Schichtkeramik verblendet (Labor Martin, Hannover, Deutschland) wurde. Die Krone wurde mit einem Kompositzement (RelyX-Unicem, 3M Espe, Neuss, Deutschland) eingegliedert (Abb. 19, 20, 21).

Diskussion

Aus Patientensicht ist eine Implantattherapie in erster Linie dann erfolgreich

gewesen, wenn ein ästhetisches Behandlungsergebnis erreicht werden konnte. Nach Zahnverlust, der immer einhergeht mit Einbußen an Hart- und Weichgewebe, müssen daher für eine ästhetische Implantatversorgung die von der Natur vorgegebenen Gesetzmäßigkeiten nicht nur im Bereich der weißen Ästhetik, sondern vor allem auch im Bereich der roten Ästhetik rekonstruiert werden [3, 4, 10, 19].

Zirkondioxid hat nach den bisherigen Studien gegebenenfalls Potential, ein erfolgreiches Implantatmaterial zu werden [1, 7, 13–16]. Bei Patienten mit positivem Titanstimulationstest in Ver-

bindung mit einer Highresponder-Genkonstellation könnten Zirkondioxidimplantate unter Umständen das Risiko eines entzündungsbedingten primären oder sekundären Implantatverlustes verringern helfen [9, 11, 20].

Die auf Titanimplantaten basierende Implantatprothetik hat dazu in den letzten Jahren, beginnend von der dreidimensionalen Positionierung [5] bis hin zu individuellen Abutments [12], eine Vielzahl von Innovationen und erfolgreichen Behandlungsprotokollen generiert, die Behandler heutzutage bei richtiger Vorplanung in die Lage versetzen, in der Implantatversorgung mit Ti-

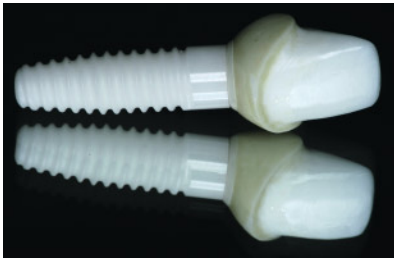


Abbildung 17 Individueller CAD/CAM Aufbau verklebt mit CAD/CAM Basis.

Figure 17 Individual CAD/CAM abutment with CAD/CAM base.

tanimplantaten ein vorhersagbares ästhetisches Behandlungsergebnis zu erzielen. Im Rahmen der Implantattherapie mit zweiteiligen Zirkondioxidimplantaten gilt es jetzt, diese bekannten erfolgreichen Behandlungsstrategien auf ihre Gültigkeit auch für das neue Implantatmaterial hin zu überprüfen und an die Besonderheiten bei den zur Zeit verfügbaren Zirkondioxidimplantaten anzupassen.

Zur Gestaltung eines Emergenzprofils und zur Vermeidung von sichtbaren Kronenrändern ist wie bei Titanimplantaten [8] eine ausreichend subgingivale Lage der Implantatschulter hilfreich. Dies ermöglicht auch die Ausformung neuer Papillen im Approximalbereich. Da die Abutments bei zweiteiligen Zirkondioxidimplantaten derzeit noch nicht geschraubt werden können, sondern verklebt werden müssen, dürfen bei der Lage der Implantatschulter gewisse Grenzen nicht überschritten werden.

Die apiko-koronale Position der Zirkondioxidimplantatschulter sollte bei gesundem Parodontium 1 bis 2 mm apikal der Schmelz-Zement-Grenze des homologen Nachbarzahnes liegen. Bei einer apikalen Positionierung von über 2 mm subgingival, wie für Titanimplantate teilweise empfohlen [2, 5, 17, 18], würde ein sicheres klinisches Vorgehen beim Verkleben in Frage stellen. Eine Begrenzung der apikalen Lage der Implantatschulter auf maximal 2 mm subgingival ermöglicht für den Klebevorgang die relative Trockenlegung mittels Fadentechnik. Der Faden verhindert gleichzeitig ein Überschießen von Befestigungsmaterial in schwer zugängliche Bereiche. Der nach dem Einkleben des Abutments noch vorhandene zirkuläre Zugang für Handinstrumente erlaubt ein

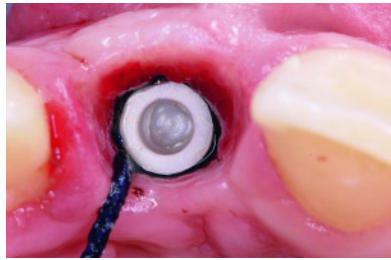


Abbildung 18 Schutz des periimplantären Weichgewebes beim Einkleben des CAD/CAM Abutments.

Figure 18 Protection of the peri-implant soft tissue during gluing the CAD/CAM abutment.

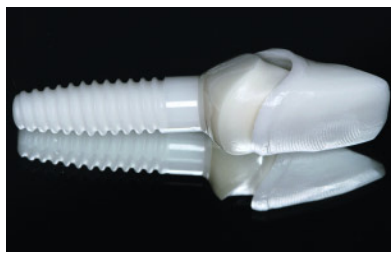


Abbildung 20 Zirkondioxidgerüst für Verblendkrone.

Figure 20 Zirconium framework for veneered crowns.

sorgfältiges Reinigen und Kontrollieren der Klebefuge.

Die apikale Limitierung bei geklebten zweiteiligen Zirkondioxidimplantaten reduziert die Anlaufstrecke zur Ausformung des Emergenzprofils und erfordert daher auch die sehr genaue Planung des Implantatdurchmessers. Er sollte bei geklebten zweiteiligen Zirkondioxidimplantaten so gewählt werden, dass der Unterschied zum ersetzten Wurzel-durchmesser möglichst gering ist. Die Wahl eines kleineren Durchmessers bei geringem horizontalem Knochenangebot mit entsprechend tieferer Positionierung der Implantatschulter ist bei geklebten zweiteiligen Zirkondioxidimplantaten nicht praktikabel. Ebenfalls klinisch nicht umsetzbar ist bei geringem vestibulären Knochenangebot oder zur Schonung der vestibulären Knochenlamelle eine weitere orale Implantatpositionierung mit einer zum Ausgleich tieferen Insertion des Implantates und einer resultierenden Schleimhautdicke von 4 bis 5 mm [5, 6]. Geklebte zweiteilige Zirkondioxidimplantate



Abbildung 19 Dreidimensionale Weichgewebstützung durch eingeklebtes CAD/CAM Abutment.

Figure 19 Three-dimensional support of soft tissue by the CAD/CAM abutment.



Abbildung 21 Rote und weiße Ästhetik 4 Monate nach Eingliederung Krone 11.

Figure 21 Red and white aesthetic results 4 months after placement of crown 11.

(Abb. 1–21: A. Dmoch)

müssen daher auf der imaginären Verbindungslinie zwischen den Mitten der Nachbarzähne inseriert werden. Dies erfordert im Einzelfall bei ästhetischen Rehabilitationen begleitend mehr augmentative Verstärkung schwacher und unterdimensionierter Knochenwände.

Die Einschränkungen bei der Lage der Implantatschulter und des Implantatdurchmessers wären aufgehoben, wenn es zukünftig gelingen würde, bei zweiteiligen Zirkondioxidimplantaten ein geschraubtes Abutment zu entwickeln. Derzeit ist Stand der Technik, das Abutment einzukleben, was jedoch Fehlerquellen birgt. In ungünstigen Fällen sind Zementreste aufgrund der Farbähnlichkeit schlecht identifizierbar; darüber hinaus sind Kompositzementreste prinzipiell schlechter entfernbar.


Schlussfolgerung

Für einen ästhetischen Implantaterfolg ist neben der richtigen Gestaltung des Zahnersatzes nach Farbe, Form und

Funktion die richtige zahnbezogene Vorbereitung des Emergenzprofils entscheidend. Für den Übergang von der supra-crestal gelegenen runden Implantat-schulter auf die Ebene des subgingival gelegenen zukünftigen Kronenrandes mit zahntypischem Querschnitt kann auch bei zweiteiligen Zirkondioxidimplantaten ein individuell gestaltetes CAD/CAM Abutment verwendet werden. Die Zementierung des Abutments limitiert die subgingivale Lage der Implantat-schulter. Die richtige Wahl des Implantat-durchmessers und der Implantatposition sind bei Zirkondioxidimplantaten besonders wichtig. Bei Einhaltung aller Kriterien, können individuelle CAD/CAM Abutments auch bei zweiteiligen Zirkon-

dioxidimplantaten zu sicheren ästhetischen Ergebnissen führen.

Danksagung

Die Autoren möchten sich bei der Fa. Dental Point für die Fertigung der provisorischen Kunststoffabutments und der CAD/CAM Zirkondioxidbasisabutments und bei der see u smile GmbH für die Anfertigung des individuellen Zirkondioxidaufbaus und die Überlassung des Bildmaterials bedanken. 

Interessenkonflikt: Dr. *Andreas Dmoch* und *Ralf Martin* erhalten Vertragshonorar von der see u smile GmbH.



DZZ-Leserinnen und Leser können sich ab dem 22.02.2013 bis zum 14.03.2013 Videobeiträge zu diesem Thema von Dr. Dmoch nach kostenloser Registrierung unter www.dental-online-college.com/dzz ansehen.



Korrespondenzadresse

Dr. Andreas Dmoch
 see u smile Hannover
 Theaterstr. 14, 30159 Hannover
 dmoch@see-u-smile.de

Literatur

- Andreitelli M, Wenz HJ, Kohal RJ: Are ceramic implants a viable alternative to titanium implants? A systematic literature review. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:32–47
- Berglundh T, Lindhe J: Dimension of the peri-implant mucosa: biological width revised. *J Clin Periodontol* 1996; 26:971–973
- Chiche GJ, Pinault A: *Esthetics of anterior fixed prosthodontics*. Textbook, Quintessence Publ, Chicago 1994, 13–31
- Garber DA, Salama M: The aesthetic smile: diagnosis and treatment. *Periodontology* 2000 1996;11:18–28
- Gehrke P, Degidi M, Dhom G: Die dreidimensionale Positionierung von Implantaten – Ein Fokus auf Ästhetik. *Implantol* 2008;16:131–139
- Gomez-Roman G: Flap methods and implant positioning. *Surgical recommendations for the single tooth gap*. *Z Zahnärztl Impl* 2003;19:222–226
- Gruber R, Hedbom E, Bosshardt D et al.: Acid and alkali etching of grit blasted zirconia: Impact on adhesion and osteogenic differentiation of MG63 cells in vitro. *Dent Mater J* 2012;31: 1097–1102
- Heydecke G, Kohal R, Gläser R: Optimal esthetics in single-tooth replacement with the Re-Implant system: a case report. *Int J Prosthodont* 1999;12: 184–189
- Jacobi-Gresser E, Huesker K, Schütt S: Genetic and immunological markers predict titanium implant failure: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* (2012) <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2012.07.018>
- Jemt T: Regeneration of gingival papillae after single-implant treatment. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997; 17:326–333
- Kaufman AM, Alabre CI, Rubash HE et al.: Human macrophage response to UHMWPE, TiAlV, CoCr, and alumina particles: analysis of multiple cytokines using protein arrays. *J Biomed Mater Res A* 2008;84:464–474
- Ketabi AR, Bornemann G, Lauer HC: Versorgung eines Patienten mit individuellen Abutments – Fallbericht. *Dtsch Zahnärztl Z* 2011;66:545–551
- Kohal RJ, Wolkewitz M, Hinze M et al.: Biomechanical and histological behavior of zirconia implants: an experiment in the rat. *Clin Oral Implants Res* 2009;20: 333–339
- Kohal RJ, Baechle M, Han JS et al.: In vitro reaction of human osteoblasts on alumina-toughened zirconia. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:1265–1271
- Kohal RJ, Wolkewitz M, Mueller C: Alumina-reinforced zirconia implants: survival rate and fracture strength in a masticatory simulation trial. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:1345–1352
- Kohal RJ, Wolkewitz M, Tsakona A: The effects of cyclic loading and preparation on the fracture strength of zirconium-dioxide implants: an in vitro investigation. *Clin Oral Implants Res* 2011; 22:808–814
- Palacci P, Ericsson I, Engstrand P et al.: Optimal implant positioning and soft tissue management for Brånemark system. *Quintessence Publ, Chicago* 1995
- Saadoun A, Le Gall M, Touati B: Selection and ideal three-dimensional implant position for soft tissue aesthetics. *Pract Proced Aesthet Dent* 1999;11: 1067–1072
- Salama M, Salama H, Garber DA: Guidelines for aesthetic restorative options and implant site enhancement. *Pract Proced Aesthet Dent* 2002;14:125–130
- Sterner TSN, Saxler G, Jakob F et al.: Effects of clinically relevant alumina ceramic, zirconia ceramic and titanium particles of different sizes and concentrations on TNF-alpha release in a human macrophage cell line. *Biomed Tech* 2004;49:340–344