

F. Beuer¹, J. Schweiger¹, J. Hey², J.-F. Güth¹, D. Edelhoff¹, M. Stimmelmayer¹

Das Münchener Implantatkonzept (MIC): Eine praxisreife Kombination von Intraoralscanner und digitaler Fertigung



F. Beuer

The Munich Implant Concept (MIC): a combination of intraoral scanning device and digital fabrication

Einführung: Die digitale Herstellung von implantatgetragenen Restaurationen hat sich in den letzten 10 Jahren als Standard etabliert. Behandlungskonzepte, die auf einen Abutment- oder Sulkusformerwechsel verzichten, haben sich dem traditionellen Protokoll als biologisch überlegen erwiesen. Im vorliegenden Fallbericht soll der modellfreie Weg zur implantatgestützten Einzelzahnkrone in zwei Behandlungssitzungen gezeigt werden.

Behandlungsmethode: Einem 54-jährigen männlichen Patienten wurde ein enossales Implantat an der Position des ersten linken Unterkiefermolaren eingesetzt. Bevor das Implantat gedeckt einheilen konnte, wurde die Implantatposition mit einem puderfreien Intraoralscanner erfasst. Nach erfolgter Knochenheilung konnte bei der Freilegungsoperation bereits eine modellfrei erstellte verschraubte definitive Krone eingegliedert werden.

Ergebnisse: Dadurch fand die Heilung der Weichgewebe bereits an der definitiven Restauration statt und es konnte auf einen Sulkusformer- oder Abutmentwechsel komplett verzichtet werden. Dies führte zu stabilen Weichgewebeverhältnissen mit einem Minimum an Chirurgie.

Schlussfolgerung: Durch die Möglichkeit, die Implantatposition bereits während der Implantatinsertionsoperation mit einem Intraoralscanner zu erfassen, erhält man zur Restauration noch den Vorteil des „one-abutment one-time“ Konzeptes. Für diesen wirtschaftlich interessanten Ansatz bieten sich monolithische verschraubte Kronen oder zementierte Versorgungen auf individuellen Abutments an. (Dtsch Zahnärztl Z 2014; 69: 336–342)

Objective: The digital fabrication of dental restorations on implants has become a standard procedure during the last decade. Concepts avoiding abutment change during prosthetic treatment have been shown to be superior to the traditional protocol. The presented concept for implant-supported single crowns describes a digital approach without a physical model from implant placement to final delivery in 2 appointments.

Materials and methods: A 54-year old male was provided with a single tooth implant on the position of the left mandibular first molar. Before wound closure the implant position was captured digitally with an intraoral scanning device. After bone healing at the time of second stage surgery the final screw-retained crown fabricated without a physical model was inserted.

Results: Soft tissue healing took place at the final restoration avoiding abutment changes or changes of the healing cap. These lead to stable soft tissues with a minimum of surgery.

Conclusion: The benefits of digital fabrication and the unique way to scan the implant right after placement give an additional value that would not be achieved by analogue techniques. Additionally to financial benefits it represents the biologically advantageous, one-abutment, on-time approach with customized screw-retained, full-contour crowns or cemented crowns on custom abutments.

Keywords: implant-supported crown; intraoral scanning device; CAD/CAM

Schlüsselwörter: Implantatkrone; Intraoralscanner; CAD/CAM

¹ Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Klinikum der Universität München, Goethestr. 70, 80336 München

² Universitätsklinikum Halle (Saale), Zahnärztliche Prothetik, Große Steinstraße 19, 06108 Halle

Peer-reviewed article: eingereicht: 14.04.2014, Fassung akzeptiert: 22.04.2014

DOI 10.3238/dzz.2014.0336-0342

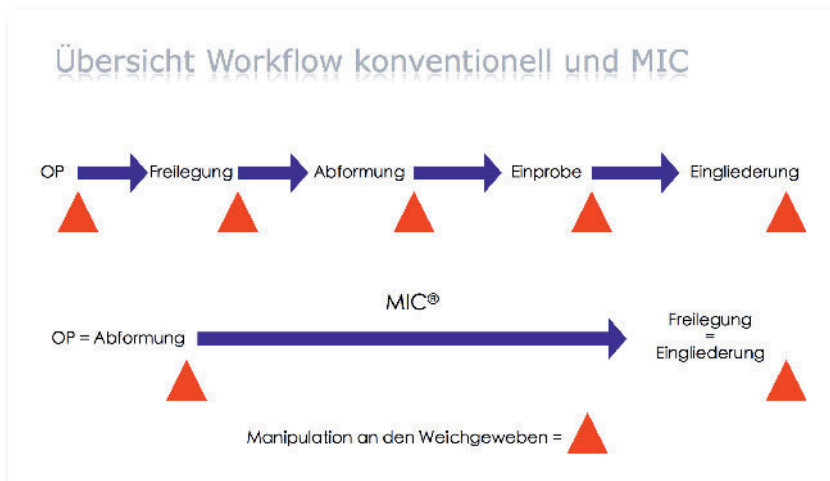


Abbildung 1 Übersicht konventioneller Workflow und Münchener Implantatkonzept (MIC).

Figure 1 Overview over traditional treatment protocol and the Munich Implant Concept (MIC).

Einleitung

Die rasante Entwicklung der computer-gestützt gefertigten Restaurationen revolutioniert seit Jahren die Zahnarztpraxis und das dentale Labor [3].

Im Bereich der Implantatprothetik haben vor allem die individuellen, com-

putergestützt gefertigten Implantat-Abutments und Abutmentkronen die Versorgung von Einzelzahnimplantaten signifikant vereinfacht [16]. Speziell bei zementierten Versorgungen kann nun der marginale Restaurationsrand in gut zugängliche Bereiche gelegt werden. Dadurch wird der Weichgewebsdurchtritt (Emergenzprofil) durch das Abutment hergestellt [14]. Das Abutment übernimmt hier die Funktion eines individuellen Gingivaformers [4]. Die dafür zur Verfügung stehenden Materialien Titan und Zirkonoxid haben sich angussfähigen Implantatabutments als

biologisch überlegen erwiesen. So verhalten sich diese beiden Werkstoffe ähnlich während der Weichteilheilung, während bei Gold/Platin-Legierungen eine Verschiebung der Epithelgrenze nach apikal nachgewiesen werden konnte [18]. Weiterhin fanden sich bei Gold-/Platin-Legierungen mehr Entzündungsparameter, weniger Fibroblasten und Kollagen als bei Titan und Zirkonoxid [18].

Die computergestützte Fertigung bedingt eine Digitalisierung der intraoralen Situation [5]. Hierzu gibt es grundsätzlich die Möglichkeit der indirekten Digitalisierung: es wird eine konventionelle Abformung genommen, ein Gipspositivmodell erstellt und dann die Digitalisierung außerhalb des Mundes vorgenommen [6]. Diese Art der Datenerfassung hat sich als Standard für viele Indikationen von computergestützten Restaurationen etabliert. Den logischen Weg in das Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM)-System stellt allerdings die direkte Digitalisierung mittels Intraoralscanner dar. Historisch gesehen existiert diese Art der Datenerfassung bereits länger als die indirekte Variante, wenn man das für die zahnärztliche Praxis konzipierte Chairside-System Cerec (damals Siemens Dental heute Sirona, Bensheim) betrachtet [11]. Abgesehen von vielen Chairside-Systemen im Markt hat bislang allerdings die direkte Datenerfas-



Abbildung 2 Situation vor Implantatin-sertion: Schalllücke regio 36.

Figure 2 Situation before treatment: missing tooth 36 (FDI position).

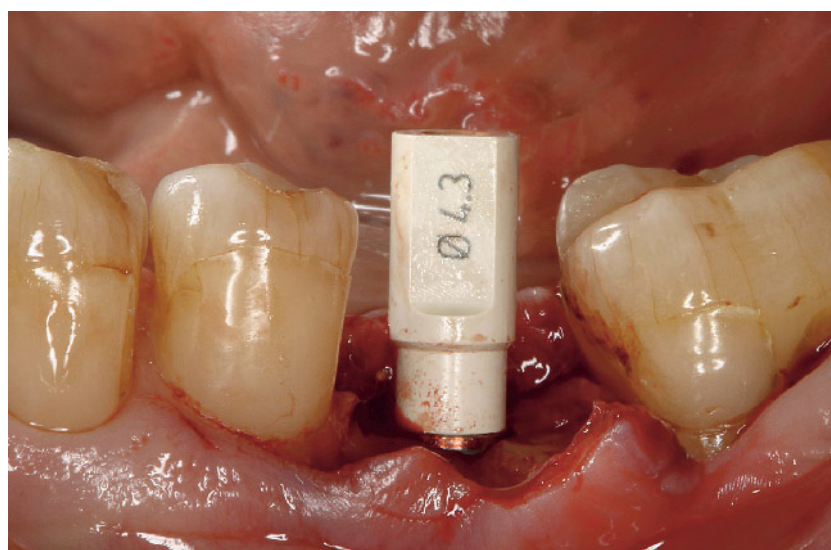


Abbildung 3 Eingesetztes Implantat mit aufgeschraubtem Scankörper.

Figure 3 Inserted implant with placed scan-body.



Abbildung 4 CAD-Konstruktion einer zementierten zweiteiligen Restauration (Abutment und Krone).

Figure 4 CAD-design of a cemented two-piece restoration (abutment and crown).

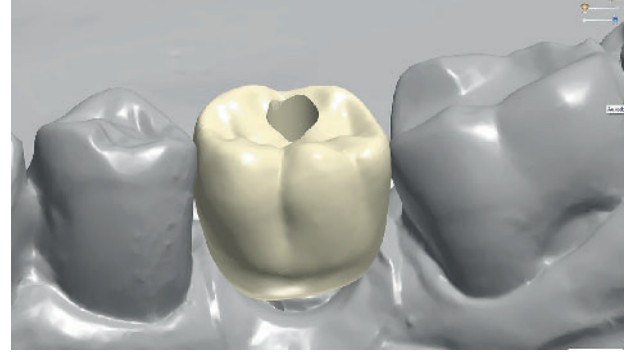


Abbildung 5 CAD-Konstruktion einer verschraubten monolithischen Abutmentkrone.

Figure 5 CAD-design of a screw-retained monolithic restoration.

sung keine nennenswerten Anteile am Gesamtdigitalisierungsvolumen in der restaurativen Zahnheilkunde. Die Entwicklung puderfreier Intraoralscanner gestaltete die Erfassung deutlich anwenderfreundlicher und praktikabler [19]. Verschiedene Untersuchungen zum Thema Genauigkeit kommen allesamt eindeutig zu dem Ergebnis, dass in diesem Punkt die direkte Digitalisierung der Arbeitskette aus konventioneller Abformung, Modellherstellung und Digitalisierung im Labor ebenbürtig oder deutlich überlegen ist [6, 8, 17]. Es bleibt die Frage, warum Intraoralscanner bisher kaum klinische Bedeutung im Alltag gewonnen haben. Im Folgenden soll ein Behandlungskonzept vorgestellt werden, das die Möglichkeit der digitalen intraoralen puderfreien Erfassung mit biologischen Vorteilen für Einzelzahnrestaurationen auf Implantaten verbindet.

Grundsätzlich wäre es wünschenswert, wenn schon bei der Freilegung eines Implantates, das Emergenzprofil mit dem definitiven Abutment ausgeformt werden würde [14]. Dies würde zum einen Zeit sparen, da man nicht von den runden Durchmessern der Sulkusformer das Gewebe später noch weiten müsste. Zum anderen würden sich höchstwahrscheinlich biologische Vorteile ergeben, wenn die Heilung am definitiven Abutment erfolgen würde und das hierbei entstehende lange Saumepithel nicht mehr abgelöst werden würde. Schwarz et al. beschrieben 2010 die Konsequenzen regelmäßigen Sondierens an Implantaten im Tierversuch. Dazu zählten erhöhte Taschensondierungstiefen und eine Veränderung der Mucosa [13]. In einer

ähnlichen Studie wurde der Einfluss von wiederholten Sulkusformerwechseln als negativ für Hart- und Weichgewebe beschrieben [2].

Das Münchener Implantatkonzept (MIC)

Zentraler Punkt im Münchener Implantatkonzept (MIC) ist das digitale „One-abutment one-time Prinzip“, d.h. bei der Eröffnung des Implantates findet die Weichgewebeheilung am definitiven Zahnersatz statt (Abb. 1). Die Frage, ob eine Einzelkrone zementiert oder verschraubt werden soll, lässt sich auf wissenschaftlicher Basis schwer beantworten [7]. Es bleibt eine mehr eminenz- als evidenzbasierte Entscheidung, die sich regional stark unterscheidet. Beide Varianten sind mit dem Münchener Implantatkonzept (MIC) lösbar: bei der zementierten Variante kommt ein definitives Abutment zum Einsatz, da daran die Heilung der Weichgewebe stattfindet. Es kann entweder bei der Freilegung bereits eine definitive Krone eingesetzt werden, oder es wird ein Langzeitprovisorium angefertigt, das die Funktion einer therapeutischen Krone erfüllt. Wird diese Krone dann nach dem Ausreifen der Weichgewebe ersetzt, kann die Präparationsgrenze im Mund nochmals angepasst werden, bevor die definitive Abformung erfolgt. Diese Vorgehensweise bietet sich vor allem im Frontzahngebiet an, wo ein supragingivaler Übergang zwischen Abutment und Krone ästhetisch störend sein kann.

Die Möglichkeit, monolithische Lithiumdisilikatkrone auf Titanklebeba-

sen zu fertigen eröffnet die Versorgungsart der verschraubten Krone. Neben dem Vorteil der Einteiligkeit bedeutet sie zusätzlich weniger Materialkosten und schnellere Fertigung. Allerdings muss die Implantatachse eine Verschraubung der Restauration erlauben.

Daher stellt die verschraubte Restauration die Versorgungsoption der ersten Wahl dar, sollte jedoch der Schraubkanal an einer ästhetisch oder funktionell ungünstigen Stelle zu liegen kommen, kann die zementierte Variante eingesetzt werden.

Um die Restauration bereits bei der Freilegung einsetzen zu können, muss die Implantatposition während der Insertionsitzung erfasst werden. Den einfachsten und direktesten Weg stellt dabei die Erfassung mittels puderfreiem Intraoralscanner dar. Derzeit wenden die Autoren das Verfahren für Einzelkronen und dreigliedrige Brücken an. Da die Möglichkeiten der Korrektur bei definitiven verschraubten Restaurationen limitiert sind, wird bei mehreren nebeneinander liegenden Kronen und bei kleinen Brücken die zementierte Versorgung bevorzugt.

Falldarstellung

Ausgangssituation

Ein 54-jähriger Patient stellte sich mit einer Einzelzahnlucke in regio 36 vor und wünschte eine implantatgestützte Restauration (Abb. 2). Der Allgemeinzustand war gut, das Gebiss war konservierend und prothetisch festsitzend versorgt. Nach klinischer und röntgenolo-



Abbildung 6 Definitives Titanabutment und gefräste provisorische Krone aus Polymethylmethacrylat.

Figure 6 Final custom titanium abutment and provisional crown made from polymethylmethacrylate.



Abbildung 7 Definitives zweiteiliges Zirkonoxidabutment und gefräste provisorische Krone aus Polymethylmethacrylat.

Figure 7 Final custom two-piece zirconia abutment and provisional crown made from polymethylmethacrylate.

gischer Untersuchung wurde die Insertion eines Titanimplantates mit der Länge 4,3 mm und dem Durchmesser 11 mm geplant. Zur röntgenologischen Untersuchung kam die digitale Volumtomographie (DVT) aufgrund der schwierigen anatomischen Verhältnisse zum Einsatz. Somit konnte die Implantation bereits im Vorfeld genau geplant werden. Ein zentraler Wunsch des Patienten war so wenige Behandlungssitzungen wie nötig, da er 2000 km vom Behandlungsort entfernt wohnt.

Implantatplanung

Vor Behandlungsbeginn wurden Planungsmodelle von beiden Kiefern basierend auf Alginatabformungen erstellt und in einem teiljustierbaren Artikulator montiert. Auf diesen Planungsmodellen wurde eine Orientierungsschablone aus glasklarem Kunststoff (Pala-X-press, Heraeus Kulzer, Hanau) gefertigt. Diese Orientierungsschablone wurde mit einer Bohrung (2,0 mm Durchmesser) in prothetischer Zahnachse versehen und ein digitales Volumtomogramm (DVT) der relevanten Situation angefertigt (9300, Kodak, Volumen 5*5 cm). Anhand des DVTs konnten die anatomischen Voraussetzungen beurteilt und die Operation genau geplant werden. Anschließend wurde die Orientierungsschablone bukkal freigeschliffen, um auf der einen Seite die geplante Position genau zu übertragen, aber dennoch Freiheiten in der bukkal-oralen Angulation zu haben [9, 12]. Weiterhin wurde ein Situationsscan (Zfx Intrascan, Zfx, Dachau) beider Kiefer und ein virtuelles Bissregisrat erstellt.

1. Sitzung: Implantation und Registrierung

Der Patient bekam eine Stunde vor Behandlungsbeginn 3 g Amoxicillin, 400 mg Ibuprofen und 0,5 g Prednisolon [15]. Nach Anästhesie des Operationsgebietes erfolgten ein Kieferkamm-schnitt im unbezahnten Gebiet und sul-käre Schnittführungen an den angrenzenden Zähnen. Auf einen Entlastungs-schnitt wurde verzichtet. Der Mukoperiostlappen wurde soweit mobilisiert, dass die linguale Einziehung des Unterkieferkörpers erkennbar war und die sublingualen Gefäße durch Einlegen eines Ras-patoriums während der Aufbereitung des Implantatlagers geschützt werden konnten. Anschließend erfolgte die Auf-berereitung des Implantatlagers nach Her-stellerangaben bis auf die Ziellänge 11 mm und den Durchmesser 4,3 mm. Die Knochenqualität war als D2 ein-zustufen, daher wurde zusätzlich ein Ge-winde präpariert. Der Implantatstollen war allseitig knöchern begrenzt und das eingebrachte Implantat (Screw-line Pro-mote Plus, Camlog Biotechnologies, Bas-el, Schweiz) primärstabil (> 20 Ncm). Im nächsten Schritt wurde die Implan-tatposition durch Aufbringen eines Scanpfosten (Abb. 3) und einen puder-freien Intraoralscanner (Zfx Intrascan) digitalisiert. Dabei wurde nur die Im-plantatregion aufgenommen. Dann erst wurde die Wunde mit einer Matratzen-naht (Prolene 5.0, Ethicon Products, Norderstedt) und Einzelknopfnähten (Prolene 6.0, Ethicon Products) ver-schlossen. Nach 10 Tagen konnten die Fäden aus reizlosen Weichgeweben ent-fert werden.



Abbildung 8 Fertiggestellte einteilige, verschraubbare Abutmentkrone aus Lithiumdisilikat.

Figure 8 Final monolithic screw-retained crown made from lithium disilicate.

Labortechnische Herstellung der Restauration

Die Schnittstelle des Intraoralscanners erlaubte den Export der Daten im STL-Format (STL: Standard Tessellation Language). Die im Mund vor und während der Implantatinserktion erhobenen Daten konnten zusammengefügt, dann in ein CAD-Programm (Dental Designer, 3shape, Kopenhagen, Dänemark) importiert und weiterverarbeitet werden. Es wurden zwei unterschiedliche zementierte Restaurationen (Abb. 4) und eine verschraubte Hybridkrone (Abb. 5) virtuell erstellt. Die CAM-Fräsaufträge für ein Titanabutment und eine PMMA-Krone, ein zweiteiliges Zirkonoxidabutment und eine PMMA-Krone sowie eine monolithische Lithiumdisilikatkrone wurden via Internet versandt. Nach 48 Stunden waren die zentral (Dedicam,



Abbildung 9 Freilegungsoperation: Tunnelierung der bukkalen und lingualen Bereiche.
Figure 9 Second stage surgery: tunnelling the buccal and the lingual soft tissues.

Wimsheim) gefertigten Werkstücke wieder im Labor der Poliklinik (Abb. 6 bis 8). In diesem speziellen Fall wurden alle drei möglichen Kronenkonzepte angefertigt, um die Unterschiede zwischen zementierten Kronen auf unterschiedlichen Abutments und der verschraubten Krone aufzuzeigen. Vor Einbringen in die Mundhöhle wurden alle Teile aus dem Labor mit 0,2 %iger Chlorhexidindigluconatlösung für 5 min desinfiziert.

2. Behandlungssitzung: Eröffnung und Eingliederung der Restauration

Nach einer Einheilzeit von 3 Monaten wurde das Implantat wieder freigelegt. Dazu wurde die Region anästhesiert, ein Kieferkammschnitt durchgeführt und ein Mucosalappen (Abb. 9) gebildet. Die Abdeckschraube wurde entfernt, das Implantat mit isotonischer Kochsalzlösung gespült und mit Papierspitzen (ISO 80, Roeko/Coltene Langenau) getrocknet und jeweils das Titanabutment (Abb. 10) und das Zirkonoxidabutment (Abb. 11) mit der Laborschraube aufgeschraubt. Dann wurden die therapeutischen Kronen aufgesetzt und die Approximalkontakte und die Okklusion mit Okklusi-

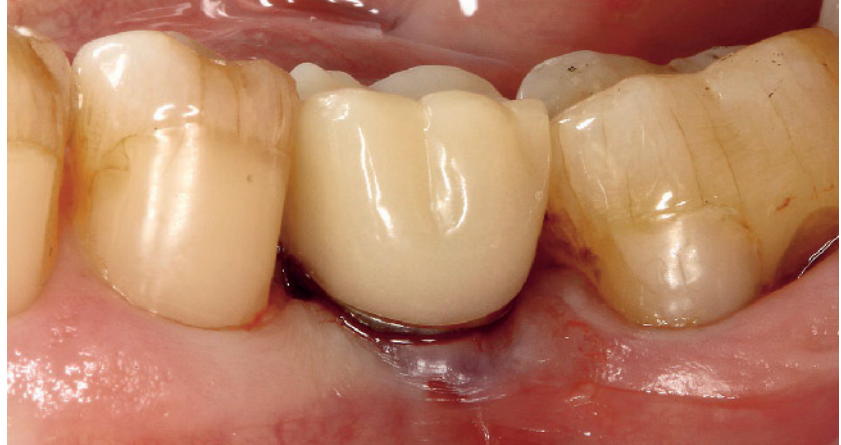


Abbildung 10 Eingegliederte zementierte Restauration: definitives Titanabutment und provisorische Krone aus Polymethylmethacrylat.
Figure 10 Delivery of cemented restoration: final custom titanium abutment and provisional crown made from polymethylmethacrylate.



Abbildung 11 Eingegliederte zementierte Restauration: definitives zweiteiliges Zirkonoxidabutment und provisorische Krone aus Polymethylmethacrylat.
Figure 11 Delivery of cemented restoration: final custom two-piece zirconia abutment and provisional crown made from polymethylmethacrylate.

onsfolie und Shimstockfolie überprüft und angepasst. Als nächstes wurde die verschraubte Lithiumdisilikatkrone einprobiert, die Approximalkontakte angepasst und die Okklusion kontrolliert. Ziel war ein gleichmäßiger statischer okklusaler Kontakt und deutlich spürbare Approximalkontakte mit der Shimstockfolie. Es bestanden mesial und distal Kontakte zu den Nachbarzähnen. Okklusal mussten kleinere Störkontakte entfernt und die Restaurationen erneut poliert werden.

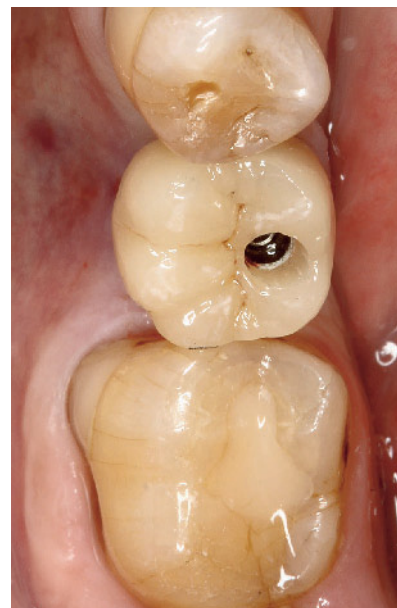
Als finale Restauration wurde die verschraubbare Krone gewählt. Diese wurde desinfiziert (0,2% Chlorhexidindigluconatlösung), das Implantat gespült und mit einer neuen Schraube und definiertem Drehmoment (20 Ncm) definitiv befestigt (Abb. 12a und b). Anschließend konnte das Weichgewebe um die Restauration mit 2 Papillennähten (eine vertikale Matratzennaht, eine Einzelknopfnah/Prolene 6.0) vernäht werden. Die Entfernung der Nähte erfolgte nach 7 weiteren Tagen.



Abbildung 12a und b Eingegliederte verschraubte Abutmentkrone aus Lithiumdisilikat (Ansicht von bukkal und okklusal).

Figures 12a and b Delivered screw retained monolithic crown (buccal and occlusal aspect).

(Abb. 1–12: F. Beuer)



Diskussion

Die Herstellung von Einzelkronen auf Implantaten mithilfe von CAD/CAM-Fertigungsverfahren hat sich als neuer Standard etabliert. Neben der industriellen Qualität der verarbeiteten Werkstoffe sind die nahezu uneingeschränkten Möglichkeiten der Gestaltung als Hauptvorteile zu nennen (Emergenzprofil, Dimension, Angulierung). Preislich unterscheiden sich die individuellen, im CAD/CAM-Verfahren gefertigten Abutments kaum mehr von den konfektionierten Aufbauten. Neben der mechanischen Stabilität, die mit CAD/CAM-gefertigten Restaurationen auf Implantaten erzielt werden kann, sind vor allem Behandlungskonzepte mit echtem Mehrwert für Patienten und Behandler als Vorteile der Digitalisierung in der Implantatprothetik zu nennen. Die Herstellung des Abutments und der Restauration während der Einheilphase rationalisiert den zeitlichen Ablauf der Behandlung. Weiterhin erfolgt die Weichteilheilung am definitiven Zahnersatz und nicht am Sulkusformer. Somit wird der Weichgewebeanstrich gleich in seiner definitiven Form ausgeformt. Konfektionierte Sulkusformer bieten einen runden Querschnitt, daher muss das Emergenzprofil bei der Eingliederung der definitiven Restauration noch von rund auf Wurzelquerschnitt erweitert und verändert werden [1]. Hier kann zu hoher Druck durch die Verdrängung der Mucosa zu Rezessionen und

Verlust an befestigter Gingiva führen [15]. Weiterhin ermöglicht die Heilung am definitiven Abutment die Anheftung der Weichgewebe durch ein langes Saumepithel, die nicht mehr gelöst werden muss [4]. Die Abdichtung der Mundhöhle vom Alveolarknochen durch die Weichgewebe stellt einen wichtigen Schritt für die Langzeitprognose der implantatprothetischen Versorgung dar. Es ist daher zu erwarten, dass weniger Entzündungen auftreten, wenn das entstandene lange Saumepithel nicht mehr gelöst und dadurch verletzt wird. Dies muss allerdings noch in klinischen und tierexperimentellen Studien bewiesen werden.

Weiterhin bietet das hier beschriebene Behandlungskonzept einen klaren Kostenvorteil für den Behandler und den Patienten. Auf der einen Seite wird Behandlungszeit eingespart, ohne dass die Einheilzeit verkürzt wird. Auf der anderen Seite lassen sich einige Implantatteile einsparen, wie Abformpfosten und Sulkusformer. Bei zementierten Kronen könnte das Weichgewebe apikal ausheilen als geplant, dies ist vor der definitiven Versorgung jederzeit korrigierbar. Durch Präparation des Abutments lässt sich einfach die marginale Grenze der Krone, wenn gewünscht, nach apikal verschieben. Wird Zirkonoxid als Abutmentmaterial verwendet, gelten die Vorsichtsmaßnahmen bei der Nachbearbeitung [10]. Allerdings sind die ästhetischen Einbußen durch eine sichtbare Restaurationsgrenze in Zirkonoxid

minimal, speziell dann, wenn man mit eingefärbtem Material arbeitet. Hier wäre auch eine unmittelbar bei der Freilegung mögliche definitive Versorgung denkbar. Bei verschraubten Restaurationen kann sofort mit der definitiven Krone gearbeitet werden, da die Restauration fast bis zur Implantatschulter zahnfarben ist. Lediglich die Höhe des Klebebasistellers muss berücksichtigt werden, die jedoch abhängig vom Implantatsystem bei nur ca. 0,4 mm liegt.


Die präzise Übertragung von Einzelzahnsituationen mit Intraoralscannern ist heute problemlos möglich. Eine mögliche Hürde sind nicht synchronisierte Schnittstellen. Entweder man greift auf ein geschlossenes System zu, dann sind die Datenimporte in die CAD-Software und die CAM-Software bereits durch den Hersteller optimiert. Oder man wählt die offene Version, die manche Intraoralscanner bieten und organisiert selbst den Datenimport. Dies bietet mehr Flexibilität, erfordert aber deutlich mehr Wissen und Kenntnisse beim Anwender.

Das Münchener Implantatkonzept (MIC) bietet sich vor allem in seiner zementierten Variante für Überweiserkonzepte an. Der weiterbehandelnde restaurativ tätige Kollege benötigt weder Schraubendreher noch Kenntnis über Drehmomente und Spezialitäten des Implantatsystems. Er formt das Abutment in gesunden, ausgeheilten Weichgeweben wie einen Zahnstumpf ab. Sollte er keine Veränderungen an der Prä-

parationsgrenze vornehmen müssen, kann er auf den bereits im CAD-System vorhandenen Datensatz zurückgreifen und die definitive Krone ohne weitere Abformungen anfertigen lassen.

Zusammenfassung

Digitale Behandlungskonzepte helfen Zeit und Kosten zu sparen. Das hier be-

schriebene Konzept erreicht die Eingliederung einer Restauration auf einem Einzelimplantat in der Sitzung nach der Implantation. Das Münchener Implantatkonzept (MIC) bietet ganz klare wirtschaftliche Vorteile, biologische Vorteile des Konzeptes sind denkbar, müssen jedoch noch bewiesen werden. 

Interessenkonflikt: Der Autor/die Autoren erklären, dass kein Interessen-

konflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Florian Beuer
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Goethestr. 70
80336 München
florian.beuer@med.uni-muenchen.de

Literatur

1. Azer SS: A simplified technique for creating a customized gingival emergence profile for implant-supported crowns. *J Prosthodont* 2010;19:497–501
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. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D: Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J* 2008;204:505–511
4. Degidi M, Nardi D, Piattelli A: One abutment at one time: non-removal of an immediate abutment and its effect on bone healing around subcrestal tapered implants. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:1303–1307
5. Ender A, Mehl A: Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *Int J Comput Dent* 2013;16:11–21
6. Guth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D: Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig* 2013;17:1201–1208
7. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS: Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23 (Suppl.6):2–21
8. Keul C, Stawarczyk B, Erdelt KJ, Beuer F, Edelhoff D, Guth JF: Fit of 4-unit FDPs made of zirconia and CoCr-alloy after chairside and labside digitalization – A laboratory study. *Dent Mater* 2014;30:400–407
9. Kim JY: The implant positioning guide and the stent: part I. *Dent Implantol Update* 2009;20:57–64
10. Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P, Funduk N, Marion L: The effect of surface grinding and sandblasting on flexural strength and reliability of Y-TZP zirconia ceramic. *Dent Mater* 1999;15:426–433
11. Mormann WH, Brandestini M, Lutz F: The Cerec system: computer-assisted preparation of direct ceramic inlays in 1 setting. *Quintessenz* 1987;38:457–470
12. Oh WS, Saglik B: A simple method to duplicate a denture for an implant surgical guide. *J Prosthet Dent* 2008;99:326–327
13. Schwarz F, Mihatovic I, Ferrari D, Wieland M, Becker J: Influence of frequent clinical probing during the healing phase on healthy peri-implant soft tissue formed at different titanium implant surfaces: a histomorphometrical study in dogs. *J Clin Periodontol* 2010;37:551–562
14. Son MK, Jang HS: Gingival recontouring by provisional implant restoration for optimal emergence profile: report of two cases. *J Periodontal Implant Sci* 2011;41:302–308
15. Stimmelmayer M, Stangl M, Edelhoff D, Beuer F: Clinical prospective study of a modified technique to extend the keratinized gingiva around implants in combination with ridge augmentation: one-year results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:1094–1101
16. Sumi T, Brian M, Shimada A et al.: Characteristics of implant-CAD/CAM abutment connections of two different internal connection systems. *J Oral Rehabil* 2012;39:391–398
17. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J: Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent* 2010;38:553–559
18. Welander M, Abrahamsson I, Berglundh T: The mucosal barrier at implant abutments of different materials. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:635–641
19. Wiedhahn K, Schenk O, Fritzsche G: Cerec Omnicam – Intraoralscan 2.0. *Int J Comput Dent* 2012;15:199–205