

Florian Beuer<sup>1</sup>, Josef Schweiger<sup>2</sup>, Jeremias Hey<sup>3</sup>, Jan-Frederik Güth<sup>2</sup>, Daniel Edelhoff<sup>2</sup>, Michael Stimmelmayer<sup>2</sup>

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

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

## Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten? / Why should you read this article?

Es wird Schritt für Schritt ein Behandlungsprotokoll für die effizienteste Versorgung einer Einzelzahnücke vorgestellt. Weiterhin werden die Vorteile des digitalen Workflows demonstriert.

It describes the most effective protocol for treating a single tooth gap. Furthermore, the benefits of digital workflow in comparison to the conventional procedure will be highlighted.

**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 Weichgewebverhältnissen 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“

**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 two 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.

<sup>1</sup> Charité Universitätsmedizin Berlin, CC 3: Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und Funktionslehre, Alßmannshäuser Straße 4-6, 14197 Berlin

<sup>2</sup> Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Klinikum der Universität München, Goethestr. 70, 80336 München

<sup>3</sup> Universitätsklinikum Halle (Saale), Zahnärztliche Prothetik, Große Steinstraße 19, 06108 Halle

<sup>1</sup> Charité University Medical Department Berlin, CC 3: Dentistry, Oral Medicine and Orthodontics, Department of Prosthodontics, Geriatric Dentistry and Cranio-mandibular Disorders, Alßmannshäuser Straße 4-6, 14197 Berlin

<sup>2</sup> Department of Prosthetic Dentistry, University Clinics München, Goethestr. 70, 80336 München

<sup>3</sup> University Hospital Halle (Saale), Dental Prosthetics, Große Steinstraße 19, 06108 Halle

Übersetzung: LinguaDent

Konzeptes. Für diesen wirtschaftlich interessanten Ansatz bieten sich monolithische verschraubte Kronen oder zementierte Versorgungen auf individuellen Abutments an.

**Schlüsselwörter:** *Implantatkrone; Intraoralscanner; CAD/CAM*

**Zitierweise:** Beuer F, Schweiger J, Hey J, Güth JF, Edelhoff D, Stimmelmayer M: Das Münchener Implantatkonzept (MIC): Eine praxisreife Kombination von Intraoralscanner und digitaler Fertigung. *Z Zahnärztl Implantol* 2015;31:206–215

**DOI** 10.3238/ZZI.2015.0206–0215

**Bei diesem Beitrag handelt es sich um eine Zweitveröffentlichung aus:** *Dtsch Zahnärztl Z* 2014;69:336–342

**DOI** 10.3238/dzz.2014.0336–0342 (Peer-reviewed article: eingereicht: 14.04.2014, Fassung akzeptiert: 22.04.2014)

## Einleitung

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

Im Bereich der Implantatprothetik haben vor allem die individuellen, computergestützt 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 Weichgewebstdurchtritt (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 angsussfähigen 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 Datenerfassung keine nennenswerten Anteile am Gesamtdigitalisierungsvolumen in der restaurativen Zahnheilkunde. Die Entwicklung puderfreier Intraoralscanner gestaltete die Erfassung deutlich anwenderfreundlicher und praktikabler [19]. Verschiedene Unter-

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

**Cite as:** Beuer F, Schweiger J, Hey J, Güth JF, Edelhoff D, Stimmelmayer M: The Munich Implant Concept (MIC): a combination of intraoral scanning device and digital fabrication. *Z Zahnärztl Implantol* 2015;31:206–215

**DOI** 10.3238/ZZI.2015.0206–0215

**This article is a second publishing out of:** *Dtsch Zahnärztl Z* 2014;69:336–342

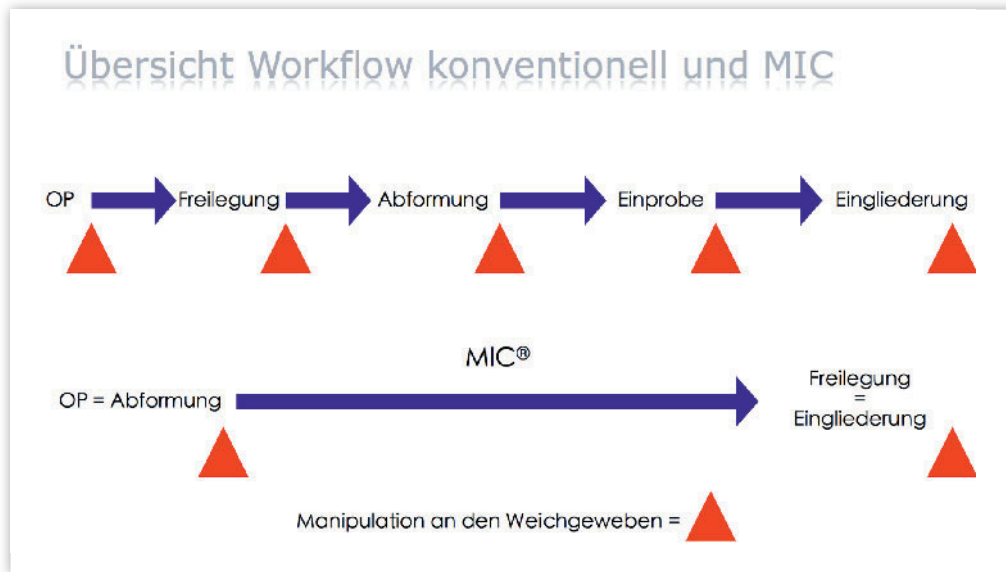
**DOI** 10.3238/dzz.2014.0336–0342 (Peer-reviewed article: submitted: 14.04.2014, version accepted: 22.04.2014)

## Introduction

The rapid development of computer-assisted restorations has been revolutionizing dental practice and the work of the dental laboratory for years [3].

In the area of implant-based restorations, management of single tooth implants has been simplified significantly by computer-assisted custom implant abutments and abutment crowns [16]. The margin of the restoration can now be placed in readily accessible areas, especially for cemented restorations. The soft tissue emergence profile is produced by the abutment [14]. The abutment takes on the function of an individual gingiva former [4]. Titanium and zirconia, the available materials, have proved superior biologically to cast-on implant abutments. These two materials behave similarly during soft tissue healing while apical movement of the epithelial margin has been shown with gold/platinum alloys [18]. In addition, more inflammatory parameters and less fibroblasts and collagen were found with gold/platinum alloys than with titanium and zirconia [18].

Computer-assisted fabrication implies digitization of the intraoral situation [5]. Indirect digitizing is possible: A conventional impression is taken, a plaster model is cast and digitizing takes place outside the mouth [6]. This type of data capture is established as standard for many computer-assisted restoration indications. However, the logical way forward in computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) is direct digitization using an intraoral scanner. Historically, this type of data capture has in fact been in existence longer than the indirect variety if the CEREC chairside system (Siemens Denta, now Sirona, Bensheim, Germany) designed for the dental office is considered [11]. Apart from many chairside systems on the market, however, direct data capture does not account for any significant proportion of the total digitization volume in restorative dentistry. The development of powder-free intraoral scanners has made this much more practical and user-friendly [19]. Different studies of accuracy all come to the clear conclusion that in this respect direct digitization is equivalent or superior to the workflow consisting of conventional impression, model fabrication and digitization in the laboratory [6, 8, 17]. This leaves the question of why intraoral scanners have not yet achieved much clinical



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

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

suchungen 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 Saumeithel 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

significance in routine practice. We present a treatment concept that combines the possibility of digital intraoral powder-free scanning with biological advantages for single-tooth restorations on implants.

It would be desirable for the emergence profile to be shaped with the final abutment when the implant is exposed [14]. On the one hand, this would save time as the tissue would not have to be stretched later from the round diameters of the gingiva formers. In addition, there would very probably be biological advantages if healing were to take place at the final abutment so that the resulting long marginal epithelium would not be detached. In 2010 Schwarz et al. described the consequences of regular probing at implants in an animal study. These included increased pocket probing depths and a change of the mucosa [13]. In a similar study, the influence of repeated changes of gingiva formers was described as negative for hard and soft tissue [2].

### The Munich implant concept (MIC)

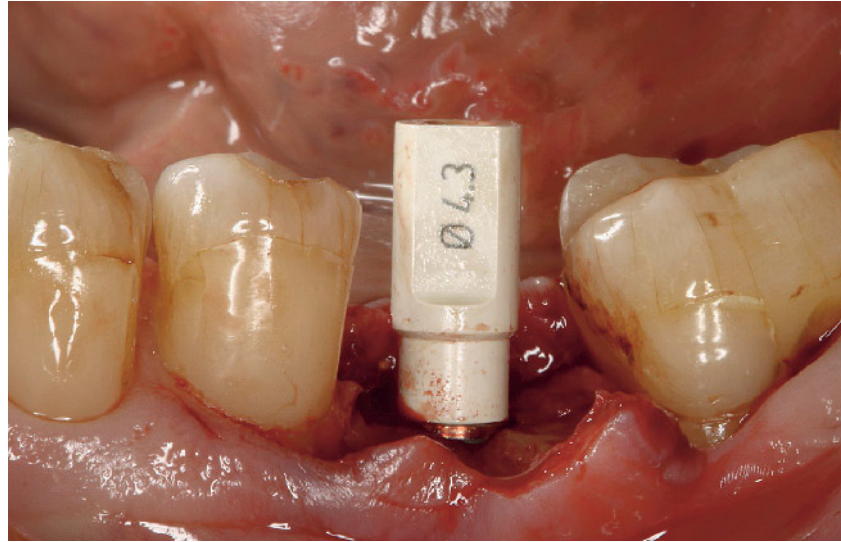
The central feature of the Munich implant concept (MIC) is the digital “one-abutment one-time” principle, i.e., when the implant is opened, soft tissue healing has taken place around the final prosthesis (Fig. 1). It is difficult to answer scientifically the question of whether a single crown should be cemented or screw retained [7]. The decision is more eminence-based than evidence-based, with major regional differences. Both variants can be adopted with the Munich implant concept (MIC): A final abutment is used for the cemented version as the soft tissue heals on this. When the implant is opened, the final crown can be fitted or a long-term provisional crown is made, which acts as a therapeutic crown. When this crown is then replaced after maturation of the soft tissue, the preparation boundary in the mouth can be readjusted before the final impression is taken. This procedure is appropriate especially in the anterior region where a supragingival junction between abutment and crown can be troublesome aesthetically.

The possibility of fabricating monolithic lithium disilicate crowns bonded to a titanium base opens up the option of a



**Abbildung 2** Situation vor Implantatinsertion: 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

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 Frontzahngelände an, wo ein supragingivaler Übergang zwischen Abutment und Krone ästhetisch störend sein kann.

Die Möglichkeit, monolithische Lithiumdisilikatkronen auf Titanklebebasen 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 Schraubenkanal 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 Insertionssitzung 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.

screw-retained crown. Apart from the advantage of consisting of one piece, it also means lower material costs and faster fabrication. However, the implant axis must allow the restoration to be screw-retained.

The screw-retained restoration is the method of first choice but if the position of the screw channel is aesthetically or functionally unfavorable, the cemented variant can be used.

If the restoration is to be completed when the implant is exposed, the implant position must be determined during the insertion session. The easiest and most direct way to do this is by using a powder-free intraoral scanner. The authors currently use this procedure for single crowns and three-unit bridges. Since the possibilities for correction are limited when restorations have been finally screwed in place, cemented restorations are preferred for small bridges and several crowns in close proximity.

## Case description

### Initial situation

A 54-year old patient presented with a single tooth gap in position 36 requesting an implant-based restoration (Fig. 2). His general health was good and his dentition had been treated conservatively with fixed prosthesis. Following clinical and radiographic examination, insertion of a titanium implant of length 11 mm and diameter 4.3 mm was planned. Cone beam computed tomography (CBCT) was used for in-



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

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

## Falldarstellung

### Ausgangssituation

Ein 54-jähriger Patient stellte sich mit einer Einzelzahn­lücke 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 röntgenologischer Untersuchung wurde die Insertion eines Titanimplantates mit der Länge 11 mm und dem Durchmesser 4,3 mm geplant. Zur röntgenologischen Untersuchung kam die digitale Volumentomographie (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 Alginateabformungen 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 Volumentomogramm (DVT) der relevanten Situation angefertigt (9300, Kodak, Volumen 5\*5 cm). Anhand des DVTs konnten die anatomischen Voraussetzungen beurteilt und die Operation konnte 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 wurden ein Situations­scan (Zfx Intra­scan, Zfx, Dachau) beider Kiefer und ein virtuelles Bissregis­trat 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 Kieferkammschnitt im unbezahn­ten Gebiet und sul­käre Schnitt­füh-



**Abbildung 5** CAD-Konstruktion einer verschraubten monolithischen Abutmentkrone

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

vestigation on account of the difficult anatomical situation. It was therefore possible to plan the implantation precisely in advance. The patient wanted as few treatment sessions as possible as he lives 2000 km away from the treatment location.

### Implant planning

Before the start of treatment, planning models of both jaws were made on the basis of alginate impressions and mounted in a partially adjustable articulator. A transparent plastic guide template (Pala-X-press, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) was made on these planning models. A hole (2.0 mm diameter) was drilled in this guide template in the axis of the prosthetic tooth and cone beam computed tomography (CBCT) was taken of the relevant situation (9300, Kodak, volume 5\*5 cm). The CBCTs allowed assessment of the anatomical situation and exact planning of the operation. The guide template was ground away buccally in order to transfer the planned position exactly on the one hand but still have freedom in buccal-oral angulation [9, 12]. A situation scan (Zfx Intra­scan, Zfx, Dachau, Germany) of both jaws and virtual bite registration were also produced.

### Session 1: Implantation and registration

The patient was given 3 g amoxicillin, 400 mg ibuprofen and 0.5 g prednisolone one hour before the start of treatment [15]. Following anesthesia of the operation area, an alveolar ridge incision was made in the edentulous region and sulcal incisions were made beside the adjacent teeth. A relieving incision was omitted. The mucoperiosteal flap was mobilized until the lingual retraction of the body of the mandible was identified and the sublingual vessels could be protected by insertion of a raspatory during preparation of the implant site. The implant site was then prepared according to the manufacturer's instructions to a target length of 11 mm and diameter of 4.3 mm. Bone quality was classified as D2 so a thread was tapped in addition. The implant tunnel was bounded by bone on all sides and the placed implant (Screw-line Promote Plus, Camlog Biotechnologies, Basel, Switzerland) had primary stability (> 20 Ncm). In the next step, the implant posi-



**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

rungen an den angrenzenden Zähnen. Auf einen Entlastungsschnitt wurde verzichtet. Der Mukoperiostlappen wurde so weit mobilisiert, dass die linguale Einziehung des Unterkieferkörpers erkennbar war und die sublingualen Gefäße durch Einlegen eines Raspatoriums während der Aufbereitung des Implantatlagers geschützt werden konnten. Anschließend erfolgte die Aufbereitung des Implantatlagers nach Herstellerangaben bis auf die Ziellänge 11 mm und den Durchmesser 4,3 mm. Die Knochenqualität war als D2 einzustufen, daher wurde zusätzlich ein Gewinde präpariert. Der Implantatstollen war allseitig knöchern begrenzt und das eingebrachte Implantat (Screw-line Promote Plus, Camlog Biotechnologies, Basel, Schweiz) primärstabil (> 20 Ncm). Im nächsten Schritt wurde die Implantatposition durch Aufbringen eines Scanpfosten (Abb. 3) und einen puderfreien Intraoralscanner (Zfx IntraScan) digitalisiert. Dabei wurde nur die Implantatregion aufgenommen. Dann erst wurde die Wunde mit einer Matratzennaht (Prolene 5.0, Ethicon Products, Norderstedt) und Einzelknopfnähten (Prolene 6.0, Ethicon Products) verschlossen. Nach 10 Tagen konnten die Fäden aus reizlosen Weichgeweben entfernt werden.

#### 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 Implantatinser-tion 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, 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



**Abbildung 8**

Fertiggestellte ein-teilige, verschraub-bare Abutment-krone aus Lithium-disilikat

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

tion was digitized using a scan body (Fig. 3) and powder-free intraoral scanner (Zfx IntraScan). Only the implant region was scanned. The wound was then closed with a mattress suture (Prolene 5.0, Ethicon Products, Norderstedt, Germany) and interrupted sutures (Prolene 6.0, Ethicon Products). After 10 days, there was no soft tissue inflammation and the sutures were removed.

#### Laboratory fabrication of the restoration

The intraoral scanner interface allowed export of the data in STL format (STL: standard tessellation language). The data obtained in the mouth before and during implant insertion were combined and then imported into a CAD program (Dental Designer, 3shape, Copenhagen, Denmark) and processed further. Two different cemented restorations (Fig. 4) and one screw-retained hybrid crown (Fig. 5) were produced virtually. The CAM milling orders for a titanium abutment and a PMMA crown, a two-piece zirconia abutment and a PMMA crown and also a monolithic lithium disilicate crown were sent via the internet. After 48 hours, the centrally fabricated items (Dedicam, Wimsheim, Germany) were back in the polyclinic's laboratory (Fig. 6 to 8). In this special case, all three possible crown concepts were fabricated in order to demonstrate the differences between cemented crowns on different abutments and the screw-retained crown. Prior to insertion in the mouth, all parts from the laboratory were disinfected with 0.2 % chlorhexidine digluconate solution for 5 min.



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

**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



**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



aus dem Labor mit 0,2%iger Chlorhexidindigluconatlösung für 5 min desinfiziert.

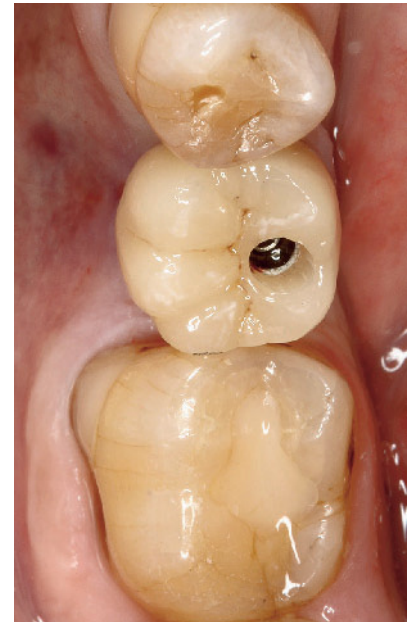
## 2. Behandlungssitzung: Eröffnung und Eingliederung der Restauration

Nach einer Einheilzeit von 3 Monaten wurde das Implantat wieder freigelegt. Dazu wurde die Region anästhesiert, ein Kieferkammchnitt 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 Okklusionsfolie und Shimstockfolie überprüft und angepasst. Als nächstes wurde die verschraubte Lithiumdisilikatkrone einprobiert, die Approximalkontakte wurden angepasst und die Okklusion wurde kontrolliert. Ziel waren ein gleichmäßiger statischer okklusaler Kontakt und deutlich spürbare Approximalkontakte mit der Shim-

## Session 2: Opening and fitting of the restoration

After a healing period of 3 months, the implant was exposed. The region was anesthetized, the alveolar ridge was incised and a mucosal flap was raised (Fig. 9). The cover screw was removed, the implant was irrigated with isotonic saline and dried with paper (ISO 80, Roeko/Coltene Langenau, Germany) and the titanium abutment (Fig. 10) and zirconia abutment (Fig. 11) were screwed on with the laboratory screw. The therapeutic crowns were then placed and the approximal contacts and occlusion were checked and adjusted with articulating foil and Shimstock foil. The screw-retained lithium disilicate crown was then tried in, the approximal contacts were adjusted and occlusion was checked. The aim was even static occlusal contact and clearly perceptible approximal contacts with the Shimstock foil. There were mesial and distal contacts with the adjacent teeth. Minor high spots had to be removed and the restorations had to be polished again.

A screw-retained crown was chosen as final restoration. This was disinfected (0.2 % chlorhexidine digluconate sol-



**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)

stockfolie. 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 Einzelknopfnaht/Prolene 6.0) vernäht werden. Die Entfernung der Nähte erfolgte nach 7 weiteren Tagen.

## 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 Weichgewebeaustritt 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 füh-

tion), the implant was rinsed and finally tightened with a new screw and defined torque (20 Ncm) (Fig. 12a and b). The soft tissue around the restoration was then sutured with 2 papilla sutures (one vertical mattress suture and one simple suture using Prolene 6-0). The sutures were removed after 7 days.

## Discussion

Fabrication of single implant-based crowns using CAD/CAM production methods has become the new standard. Apart from the industrial quality of the materials, the main advantages are the well-nigh unlimited design possibilities (emergence profile, dimensions, angulation). The cost of custom abutments fabricated using CAD/CAM hardly differs any longer from that of prefabricated abutments. Besides the mechanical stability that can be achieved with CAD/CAM-fabricated restorations on implants, treatment concepts with genuine added value for patients and dentists are among the benefits of digitization in implant prosthetics. The time course of the treatment is rationalized by production of the abutment and restoration during the healing phase. Moreover, soft tissue healing takes place at the final prosthesis and not at the gingiva former. The soft tissue emergence profile is therefore immediately in its final shape. Prefabricated gingiva formers have a round cross section so the emergence profile has to be widened and altered to the root cross section when the final restoration is fitted [1]. Excessive pressure due to displacement of the mucosa can lead to recessions and loss of fixed gingiva [15]. In addition, healing at the final abutment enables adhesion of the soft tissue through a long marginal epithelium which no longer has to be divided [4]. Sealing off the oral cavity from the alveolar bone by the soft tissue is an important step in the long-term prognosis of the implant-based prosthesis. It can therefore be expected that there will be less inflammation if the long marginal epithelium no longer has to be divided and thereby injured. How-



ren [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 apikaler 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 Präparationsgrenze 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 beschriebene 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.

ever, this must still be confirmed in clinical and animal studies.

The treatment concept described here offers a clear financial advantage for dentist and patient. On the one hand, treatment time is saved without shortening the healing period. On the other hand some implant parts such as an impression post and gingiva former can be saved. With cemented crowns, the soft tissue might heal more apically than planned but this can be corrected any time prior to final restoration. By dissection of the abutment, the marginal boundary of the crown can simply be pushed apically if desired. If zirconia is used as abutment material, the post-processing precautions apply [10]. The aesthetic deficits due to a visible restoration border are minimal in zirconia, however, especially when working with colored material. Final restoration immediately on exposure would be conceivable in this case. With screw-retained restorations it is possible to work immediately with the final restoration as it is tooth-colored almost as far as the implant shoulder. Only the thickness of the layer of bonding at the base must be taken into account, but this is only approximately 0.4 mm, depending on the implant system.

Precise transfer of single tooth situations with intraoral scanners is readily possible today. Non-synchronized interfaces are a potential obstacle. Either a closed system is used, when the data imports into the CAD and CAM software are already optimized by the manufacturer, or the open version offered by some intraoral scanners is chosen allowing the data import to be organized independently. This offers more flexibility but demands much more knowledge and skill of the user.

The Munich implant concept (MIC) is useful especially in its cemented version for referral concepts. The dentist providing further restoration requires neither a screwdriver nor knowledge of torques and special features of the implant system. He takes an impression of the abutment in healthy healed soft tissues as of a tooth stump. If he does not have to make changes to the preparation margin, he can use the dataset already in the CAD system and have the final crown made without taking further impressions.

## Summary

Digital treatment concepts help to save time and costs. The concept described here achieves fitting of a restoration on a single implant in a second session following implantation. The Munich implant concept (MIC) offers clear economic advantages; biological advantages are also conceivable but have yet to be confirmed.

**Conflict of interest:** The author(s) declare(s) that there is no conflict of interest in the sense of the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors.

**Cite as:** Beuer F, Schweiger J, Hey J, Güth JF, Edelhoff D, Stimmelmayr M: The Munich Implant Concept (MIC): a combination of intraoral scanning device and digital fabrication. *Z Zahnärztl Implantol* 2015;31:206–215

**DOI** 10.3238/ZZI.2015.0206–0215

**Interessenkonflikt:** Der Autor/die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

**Zitierweise:** Beuer F, Schweiger J, Hey J, Güth JF, Edelhoff D, Stimmelmayer M: Das Münchener Implantatkonzept (MIC): Eine praxisreife Kombination von Intraoralscanner und digitaler Fertigung. *Z Zahnärztl Implantol* 2015;31:206–215

**DOI** 10.3238/ZZI.2015.0206–0215

**Bei diesem Beitrag handelt es sich um eine Zweitveröffentlichung aus:** *Dtsch Zahnärztl Z* 2014;69:336–342

**DOI** 10.3238/dzz.2014.0336–0342 (Peer-reviewed article: eingereicht: 14.04.2014, Fassung akzeptiert: 22.04.2014)

**This article is a second publishing out of:** *Dtsch Zahnärztl Z* 2014;69:336–342

**DOI** 10.3238/dzz.2014.0336–0342 (Peer-reviewed article: submitted: 14.04.2014, version accepted: 22.04.2014)

#### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Florian Beuer  
Charité Universitätsmedizin Berlin  
CC 3: Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und Funktionslehre  
Aßmannshäuser Straße 4–6, 14197 Berlin  
Tel.: 030 450 562 702, Fax: 030 450 562 912  
florian.beuer@charite.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 Invest* 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, Braian 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