

K. Krüger<sup>1</sup>, J. Lübbers<sup>2</sup>, I. Konter<sup>3</sup>, U. Konter<sup>3</sup>

# Navigierte Sofortimplantation und Sofortversorgung mit definitivem, individuellem Zirkonoxid-Abutment



K. Krüger

*Navigated immediate implantat placement and immediate restoration with a definitive individual zirconium abutment*

**Einführung:** Die Sofortversorgung nach Sofortimplantation ist für den optimalen Erhalt der gingivalen Architektur in der ästhetischen Zone von entscheidendem biologischem und ästhetischem Vorteil. Vorhersagbare und langfristig stabile Therapieergebnisse sind nur bei bestimmten Voraussetzungen gewährleistet. Zu den wichtigsten gehören eine ausreichend dimensionierte bukkale Knochenwand, ein mittlerer bis dicker Gingivabiotyp sowie weitgehend entzündungsfreie Verhältnisse.

**Methode:** Der vorliegende Fallbericht präsentiert eine umfassende Vorgehensweise zur computer-geführten Sofortimplantation in Kombination mit unmittelbarer Rehabilitation durch ein individuelles, definitives Zirkon-Abutment. Nach Analyse der DVT-Daten wird intraoperativ die virtuell im Planungsprogramm dreidimensional festgelegte, optimale Implantatposition durch eine hülsengeführte Insertion gewährleistet.

**Ergebnisse/Schlussfolgerung:** Durch die präzise Übertragung der am Computer geplanten Implantatposition in ein Gipsmodell kann bereits präoperativ ein individuelles, CAD/CAM-gefrästes Zirkon-Abutment mit optimalem Emergenzprofil hergestellt werden. Ein wiederholtes Austauschen von Gingivaformer und Abutment wie beim konventionellen Vorgehen ist dadurch nicht erforderlich und die damit verbundene Gewebsirritation kann vollständig vermieden werden. (Dtsch Zahnärztl Z 2010, 65: 627–636)

*Schlüsselwörter: Sofortimplantation, Sofortversorgung, DVT, Navigation, Abutment, CAD/CAM, Ästhetische Zone*

**Introduction:** The immediate restoration following immediate implant placement optimizes the preservation of the gingival architecture in the esthetic zone giving biologic and esthetic advantages. Careful case selection is a prerequisite for a predictable and longlasting successful restoration. A sufficient dimension of the buccal bone plate, a medium to thick gingival biotype and only minor inflammation are the most important patient specific factors.

**Method:** This case report presents a comprehensive approach in performing a computer-guided immediate implant placement combined with the immediate prosthetic restoration using an individual, definitive zirconium abutment. After analyzing the cbct scans the virtual three-dimensional optimal implant position on the computer is transferred into the patient by performing sleeve-guided implant placement.

**Results/Conclusion:** By precisely transferring the computer planned position into the stone cast preoperatively an individual, cad-cam milled zirconium abutment with an optimal emergence profil is fabricated. The frequent exchange of implant components (healing abutment, impression coping, abutment) as necessary during the conventional approach, can be avoided favouring the maintenance of a healthy and undisturbed soft tissue architecture.

*Keywords: immediate dental implant placement, immediate restoration, cbct, zirconium abutment, cad/cam, esthetic zone*

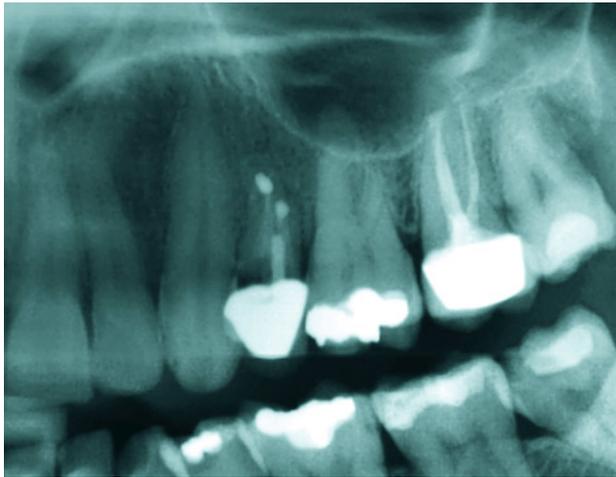
<sup>1</sup> Harvestehuder Weg 100, 20149 Hamburg

<sup>2</sup> Große Bleichen 32, 20354 Hamburg

<sup>3</sup> Glockengießerwall 26, 20095 Hamburg

Peer-reviewed article: eingereicht: 01.04.2010, akzeptiert: 26.04.2010

DOI 10.3238/dzz.2010.0627



**Abbildung 1** Röntgenaufnahme: Kariöser Zahn 25 an Position 24 (Ausschnitt aus PSA).

**Figure 1** Decayed tooth 25 in position 24 (copied from a panoramic radiograph). (Abb. 1, 4, 8–11: I. Konter)



**Abbildung 2** Zahn 25 mit gelockerter Krone.

**Figure 2** Tooth 25 with loosened crown. (Abb. 2, 3, 12–15: K. Krüger)

## 1 Einleitung

Die Sofortimplantation und simultane Sofortversorgung im ästhetisch relevanten Bereich ist aus klinischer und wissenschaftlicher Sicht ein etabliertes Therapieverfahren, das allerdings einer besonderen Fallselektion und Behandlungsplanung bedarf [7, 14]. Da es unabhängig von der Sofortimplantation zur Resorption des Bündelknochens kommt [4], ist eine ausreichend dimensionierte bukkale Knochenwand in Kombination mit dicker Weichgewebemorphologie Voraussetzung für ein stabiles Behandlungsergebnis.

Wesentlich für eine auch hohen Ansprüchen genügende Implantatversorgung ist eine sorgfältige prothetische und ästhetische Analyse. Daraus resultiert im Sinne eines „Backward-Planings“ die Festlegung der optimalen Implantatposition [9]. Durch die Einbeziehung von dreidimensionalen Röntgenaufnahmen (CT oder DVT) lässt sich das vorhandene Knochenangebot deutlich besser einschätzen und fallspezifisch ausnutzen.

Die technisch weiter entwickelte Generation moderner digitaler Volumetomographen (DVT) erzielt eine hohe Auflösung auch feinsten Knochenstrukturen bei gleichzeitig deutlich geringerer Strahlendosis im Vergleich zum bisherigen Standard, dem Dental-CT. Dadurch lässt sich eine präoperative dreidimensionale Diagnostik auch für eine Einzelzahnversorgung vertreten.

Anhand des dreidimensionalen Datensatzes im DICOM-Format kann in einem geeigneten Computer-Planungsprogrammen (z. B. med3D, Heidelberg, Deutschland) eine prothetisch und anatomisch optimale Implantatpositionierung vorgenommen werden [17].

Durch die Einführung von speziell auf das jeweilige Implantatsystem abgestimmten Bohrer-Hülensystemen konnte die Übertragungsgenauigkeit in der computer-assistierte Implantatnavigation deutlich gesteigert werden. Hierbei ist für die Präzision der dreidimensionalen Implantat-Navigation maßgeblich entscheidend, dass sämtliche Bohrschritte, also auch die Implantatinsertion selber, durch die optimal positionierte Hülse erfolgen. Um jegliche Übertragungsfehler zu vermeiden, muss die Hülse in einer im Patientenmund passgenau sitzenden Navigationschablone absolut lagestabil einpolymerisiert sein.

Darüber hinaus wird durch die exakte Passung des jeweiligen Bohrers in der system-bezogenen Hülse bzw. im Bohrlöffel ein Abweichen des Bohrers, z. B. in weicherem Knochen oder im Rahmen von Sofortimplantationen innerhalb der Extraktionsalveole, verhindert. Die sichere Führung stellt hierbei die entscheidende Voraussetzung für ein exakt präpariertes Implantatbett dar. Weiterhin kann nach erfolgter Präparation das Implantat mit Hilfe der Navigationsschablone und

des montierten Einbringfostens des Facilitate-Systems (Astratech GmbH, Elz, Deutschland) entsprechend der virtuellen Planung in den Bohrstollen inseriert werden.

Durch diese aufeinander abgestimmte Vorgehensweise ist es präoperativ möglich, die geplanten Bohrsequenzen und auch das Setzen eines Modellimplantates am Gipsmodell durchzuführen. So lässt sich die virtuelle Implantatplanung überprüfen und bereits zu diesem Zeitpunkt ein individuelles Abutment erstellen. Durch die Anfertigung einer hochwertigen Sofortversorgung wird neben einem optimalen Wundverschluss auch die vorhandene Weichgewebesituation günstig gestützt. Darüber hinaus entfallen weitere Irritationen der fragilen Weichgewebstrukturen durch zusätzliche Abutmentwechsel wie beim konventionell fraktionierten Vorgehen [1].

Anhand eines Fallbeispiels wird die hülsengeführte Sofortimplantation und Sofortversorgung nach dreidimensionaler DVT-Implantatplanung mit einem individuellen, präoperativ CAD/CAM gefertigten Zirkonoxid-Abutment im Detail beschrieben und diskutiert.

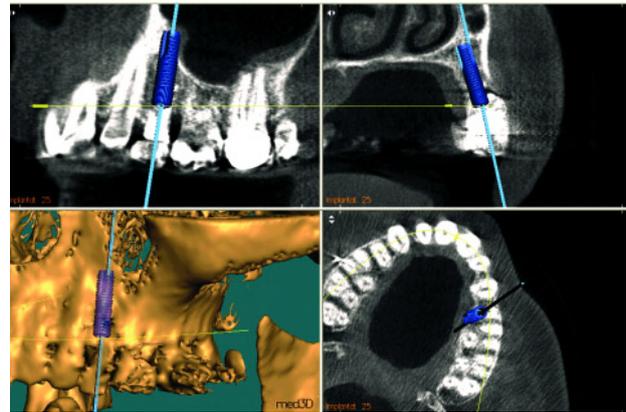
## 2 Anamnese und Diagnostik

Eine 31-jährige Patientin stellte sich mit einer gelockerten Metallkeramik-Krone an Zahn 25 vor. Die Patientin



**Abbildung 3** Frontalansicht Lächeln, Zahn 25 (Position 24) im sichtbaren Bereich.

**Figure 3** Frontal view of the smile, tooth 25 (position 24) in the visible area.



**Abbildung 4** Computerunterstützte Implantatpositionierung anhand der DVT-Daten mit Hilfe der med3D-Software.

**Figure 4** Computer-aided implantpositioning using cone beam tomography data and the med3D-Software.

war in gutem Allgemeinzustand, Nichtraucherin, und wies keine besonderen Risikofaktoren wie Bruxismus oder Parodontitis auf. Röntgenologisch ließen sich eine ausgedehnte subgingivale Karies und der Status nach Wurzelspitzenresektion mit lokaler, scharf begrenzter radiologischer Aufhellung diagnostizieren (Abb. 1). Der Zahn 24 war ihr aus kieferorthopädischen Gründen entfernt und die Lücke zum kariesfreien Zahn 23 geschlossen worden. Marginal imponierte eine moderate Gingivitis, bedingt durch den undichten Rand der Krone. Dort war die Gingiva leicht bläulich-livide verfärbt und es lagen Sondierungstiefen von 2–4 mm bei geringer Blutung auf Sondierung vor (Abb. 2). Der Plaque-Index nach *Quigley* und *Hein* an 25 betrug bukkal und palatinal Grad 1.

Die ästhetische Analyse ergab eine deutliche Sichtbarkeit der gesamten Zahnkrone und der sie umgebenden Weichgewebsstrukturen beim Lächeln (Abb. 3). Der labiale freie Gingivarand befand sich 2 mm weiter koronal im Vergleich zu den Nachbarzähnen und wies damit einen Gewebeüberschuss auf. Es lagen ein mittlerer Gingivamorphotyp und eine breite Zone befestigter Gingiva vor. Die Skalloppierung war im Normalbereich, die breitbasigen Papillen waren intakt.

Nach Entfernung der Krone und anschließender Exkavierung der subgingivalen Karies wurde der Zahn 25 aufgrund des ausgedehnten Zahnhartsubstanzdefektes und der unsicheren endo-

odontischen Prognose als hoffnungslos eingestuft. Der Zahn wurde auf Gingivaneiveau gekürzt und der Wurzelstumpf mit Glasionomerzement verschlossen. Zusätzlich wurde die insuffiziente Amalgam-Füllung am 1. Molaren entfernt und die Kavität mit einer direkten Composite-Restauration unter Kofferdam und in Inkrementtechnik versorgt. Dadurch etablierten sich präoperativ reizfreie gingivale Verhältnisse.

Auf der Basis der initialen Planungsmodelle wurde ein Wax-Up des Zahnes 25 erstellt. Anschließend erfolgte die Umsetzung in eine DVT-Schablone mit Bariumsulfat-angereichertem Zahn 25, durch den eine zentrale zahnachsengerechte Bohrung angelegt wurde. Nach intraoraler Überprüfung der einwandfreien Passung der Schablone wurde bei der Patientin ein hochauflösendes DVT (Picasso trio, OrangeDental, Biberach, Deutschland) mit eingesetzter Schablone durchgeführt.

Die Auswertung der Dicom-Daten erfolgte in der Computer-Planungssoftware med3D und ergab eine 1,5 mm dicke und damit ausreichend stabile bukkale Knochenwand. Das Knochenangebot ließ die virtuelle Platzierung eines 15 mm langen und 4 mm breiten Implantates zu (Abb. 4). Die linke Kieferhöhle wies keinen pathologischen Befund auf. Apikal 25 war ein umschriebener mindermineralisierter Prozess erkennbar. Insgesamt bestanden günstige Voraussetzungen für die geplante Sofortimplantation mit Sofortversorgung.

### 3 Behandlungsplanung und -vorbereitung

Folgender Behandlungsablauf wurde festgelegt:

1. Dreidimensionale Implantatpositionierung im med3D-Planungsprogramm
2. Positionierung der Führungshülse in der DVT-Schablone gemäß Planung
3. Überprüfung der Hülseposition auf dem Situationsmodell und Herstellung der Sofortversorgung
4. Entfernung von Zahn 25 und hülsegeführte Sofortimplantation mit dem Astra-Facilitate-Guided-Surgery-Kit (Astratech GmbH, Elz, Deutschland)
5. Sofortversorgung mit einem individuellen CAD/CAM-gefrästen Zirkon-Abutment (Atlantis, Astratech GmbH, Elz, Deutschland) und darauf verklebter provisorischer Krone als okklusal verschraubte Rekonstruktion
6. Definitive Versorgung nach 6 Monaten.

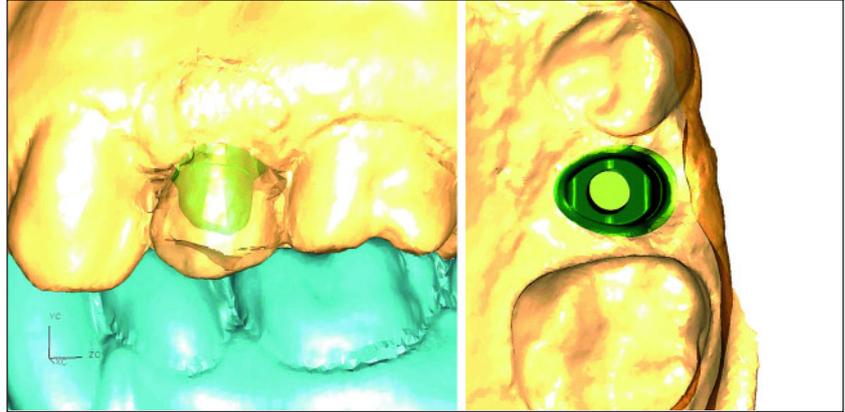
Die Implantatschulter wurde mittels der med3D-Planungssoftware virtuell so positioniert, dass folgende Abstände eingehalten wurden: 3 mm apikal zum späteren Zenit des bukkalen Gingivarandes und 2 mm palatinal zum bukkalen Knochenrand.

Entsprechend dieser Planung wurde die Diagnostik- zur Navigationsschablone umgearbeitet. Dazu wurde auf dem Positioner (med3D) nach dreidimensional gesteuerter Fräsung eine Metallhülse (Facilitate) mit einer Höhe von 4 mm und einem Innendurchmesser von



**Abbildung 5** Positionieren des Modellimplantates mittels Bohrschablone und Einbringpfosten im Gipsmodell.

**Figure 5** Positioning of the implant analog into the stone cast using the surgical guide and the insertion post.



**Abbildung 6** Dreidimensionale Konstruktionsansicht des Abutments.

**Figure 6** Three-dimensional construction of the abutment.

(Abb. 5–7: J. Lübbers)



**Abbildung 7** Zirkonoxid-Abutment mit aufgeklebter Kompositkrone.

**Figure 7** Zirconium abutment with bonded composite crown.



**Abbildung 8** Minimaltraumatische Zahnentfernung mit dem Benex-Extraktor.

**Figure 8** Minimally traumatic tooth removal using the Benex-Extractor.

4,7 mm exakt einpolymerisiert. Die Oberkante der Hülse lag genau 9 mm über der geplanten Position der Implantatschulter.

In einem Situationsmodell wurde nach Radierung ein Modellimplantat mittels eines 9 mm langen Einbringpfostens mit Tiefenanschlag (Facilitate) durch die Hülse in der Navigationsschablone fixiert (Abb. 5). Hierbei wurde überprüft, ob die geplanten Abstände zu den Nachbarzähnen und dem bukkalen Gingivarand eingehalten wurden.

Zur intraoperativen Überprüfbarkeit der rotationsgenauen Übertragung der

Implantatposition von der Modellsituation in den Patientenmund wurden Einbringpfosten und Navigationsschablone durch eine Kerbe bzw. einen einpolymerisierten Draht markiert.

#### 4 Abutmentherstellung

Zur Sofortversorgung erfolgte die Fertigung eines individuellen, definitiven CAD/CAM-gefrästen Zirkonoxid-Abutments (Atlantis). Dazu wurde die zukünftige periimplantäre Weichgewebssituation in eine Silikonmanschette

übertragen, deren Gestaltung das Emergenzprofil des Abutments im submukosalen Bereich bestimmte. Zusammen mit dem Wax-Up der zukünftigen Krone und dem Gegenkiefermodell wurden die Unterlagen zum Fräszentrum nach Mölndahl/Schweden gesandt. Dort erfolgte die virtuelle Konstruktion des Abutments (Abb. 6). Die Präparationsgrenze wurde dabei palatinal 0,5 mm über und approximal 0,5 mm unter Gingivaniveau in Auftrag gegeben. Bukkal wurde die zu erwartende Gingivarezession nach Zahnentfernung berücksichtigt und die Präparationsgrenze 2 mm sub-



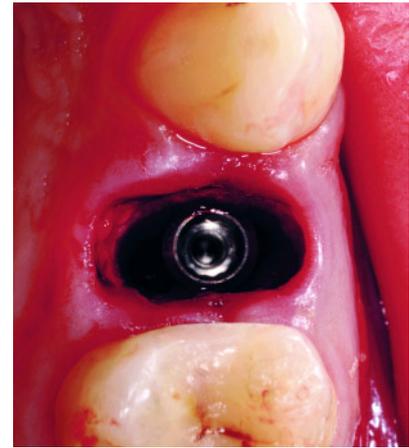
**Abbildung 9** Entfernung des marginalen Saumepithels durch flammenförmigen Diamanten.

**Figure 9** Removal of the internal marginal epithelium by using a diamond bur.



**Abbildung 10** Implantation mittels Einbringpfosten durch die Bohrschablone.

**Figure 10** Implantation with the insertion post through the surgical template.



**Abbildung 11** Position des Implantates in der Alveole.

**Figure 11** Position of the implant in the extraction socket.

gingival gelegt. Die Ausdehnung nach palatinal war unterkonturiert, während die vorhandene Weichgewebssituation im approximalen, papillären Bereich gestützt wurde. Die okklusale Clearance und die bukkale Schichtdicke der zukünftigen Krone betrug 2 bzw. 1,5 mm.

Das fertig gefräste Zirkon-Abutment wurde anschließend mit einer Komposit-Krone verklebt, ein okklusaler Zugang zur Abutmentschraube geschaffen, die Übergänge hochglanzpoliert und die Rekonstruktion gründlich gereinigt sowie desinfiziert (Abb. 7).

## 5 Sofortimplantation und Sofortversorgung

Unter antibiotischer Abschirmung mit 2 x 875 mg Amoxicillin und 2 x 125 Clavolansäure erfolgte in Lokalanästhesie die minimaltraumatische Entfernung des Zahnes 25. Zunächst wurde das marginale Parodontalligament mit dem Mikroskalpell gelöst und die Sharpey'schen Fasern im koronaren Drittel der Wurzel mit dem Periotom durchtrennt. In den Wurzelstumpf wurde die Ankerschraube des Benex-Extraktor-Sets (Fa. Zepf Medizintechnik, Seitingen, Deutschland) eingedreht. Die Zahnentfernung wurde durch die rein axialen Zugkräfte des Benex-Extraktors durchgeführt (Abb. 8). Das apikale Granulom haftete dem Zahn an. Das innere Saumepithel wurde durch einen flammenförmigen Diaman-

ten rotierend entfernt. Diese Maßnahme verlangsamte die Apikalmigration des Epithels und verbesserte so die Anlagerung des Weichgewebes an das Zirkon-Abutment (Abb. 9). Nach apikaler Kürettage der Alveole mit einem kleinen scharfen Löffel wurde die Intaktheit der bukkalen Knochenwand überprüft. Die Navigationsschablone wurde eingesetzt und die Pilotbohrungen erfolgten aufsteigend mit Einmalbohrern des Facilitate-Systems in den Durchmessern 2,0 mm, 2,7 mm und 3,2 mm bis zur Endbohrung von 3,7 mm. Auch die Insertion des Implantates (Länge 15 mm Durchmesser 4 mm, OsseoSpeed 4.0 S Astratech GmbH, Elz, Deutschland) wurde vollständig hülsengeführt nach Montage des 9 mm-Facilitate-Einbringpfostens vorgenommen (Abb. 10). Dieser erlaubte eine exakte und vordefinierte Vertikal-Positionierung der Implantatschulter. Die Übereinstimmung der Kerbe des Einbringpfostens mit der Markierung auf der Bohrschablone bestätigte die genaue Rotationsausrichtung.

Durch die hülsengeführte Implantatbettauflbereitung wurde eine hohe primäre Stabilität des Implantates von über 40 Ncm erzielt. Nach Abschrauben des Einbringpfostens erfolgten die Überprüfung der vertikalen und horizontalen Position (Abb. 11), sowie die Anprobe des vorbereiteten Zirkon-Abutments mit der anpolymerisierten provisorischen Krone. Die klinische Überprüfung der Passung ergab eine perfekte Übertra-

gung der geplanten Implantatposition vom Computer in den Mund der Patientin.

Die Krone wurde zunächst wieder abgenommen und eine Verschluss-Schraube zum Schutz des Innengewindes eingesetzt. Der Spalt zwischen den Knochenwänden der ehemaligen Alveole und dem Implantat wurde mit bovinem Knochensatzmaterial (Bio-Oss, Geistlich Biomaterials, Baden-Baden, Deutschland) aufgefüllt.

Anschließend wurde die Krone wieder eingesetzt und die okklusale Verschraubung festgezogen. Der okklusale Schraubenzugang wurde mit lichterhärtendem Composite verschlossen. Im Rahmen der Funktionskontrolle waren auf der Implantatkrone weder Kontakte in statischer noch in dynamischer Okklusion feststellbar (Abb. 12). Es erfolgte eine postoperative Röntgenkontrolle.

Die Patientin wurde instruiert, die Region für die kommenden sechs Wochen keiner Kaubelastung auszusetzen und im Wundbereich für eine Woche die Plaquekontrolle 2–3 x täglich nur mit Chlorhexidin 0,2 % durchzuführen.

Der postoperative Heilungsverlauf war unauffällig. Durch das minimalinvasive Vorgehen traten nach dem chirurgischen Eingriff keine erwähnenswerten Beschwerden oder eine Schwellung auf. Der weitere Heilungsverlauf war regelrecht.

Sechs Monate nach dem Eingriff wurde ein „Gemini-Abutment“ (Atlan-



**Abbildung 12** Sofortversorgung.  
**Figure 12** Immediate restoration.



**Abbildung 13** Das Abutment im ausgereiften Weichgewebe.  
**Figure 13** Abutment in the mature soft tissue.



**Abbildung 14** Definitive vollkeramische Krone.  
**Figure 14** Definitive full ceramic crown.



**Abbildung 15** Zahnfilmkontrolle der definitiven Versorgung.  
**Figure 15** Apical x-ray of the definitive restoration.

tis), eine genaue Kopie des schon integrierten Abutments, im Fräszentrum der Fa. Astra (Möln Dahl, Schweden) angefordert. Darauf wurde ein Zirkonkappchen hergestellt. Im Munde wurde die provisorische Kunststoffkrone vorsichtig geschlitzet und entfernt und die Lage der Präparationsgrenzen beurteilt (Abb. 13). Der feste Sitz der Abutmentschraube wurde erneut durch die Anwendung eines Drehmomentes von 25 Ncm mittels einer Ratsche sichergestellt. Dann wurde die Passung des Zirkonkappchens überprüft und die aktuellen Weichteilverhältnisse durch eine „Pic Up Abformung“ auf ein Modell übertragen.

Nach einer Rohbrandeinprobe erfolgte die Zementierung der endgültigen Versorgung mit Glasionomerkement (GC Fuji Plus, GC Deutschland, Bad Homburg, Deutschland) (Abb. 14). Die

Zahnfilm-Röntgenkontrolle mit der definitiven Rekonstruktion dokumentierte die vollständige Osseointegration des Implantates und den spaltfreien Sitz der prothetischen Rekonstruktion (Abb. 15). Die Patientin zeigte sich sehr zufrieden mit dem schnellen und wenig belastenden Behandlungsverlauf und dem sehr ansprechenden Behandlungsergebnis.

## 6 Diskussion

### 6.1 Vorteile

Die Sofortimplantation in Kombination mit einer Sofortrekonstruktion hat sich als eine sichere Behandlungsmodalität bei geeigneten anatomisch-klinischen Voraussetzungen bewährt [10]. Dieses

Konzept hat den großen biologischen Vorteil, dass bei ausreichender Primärstabilität eine unmittelbare Stützung des bukkalen Weichgewebes und der gingivalen Papillen durch die feststehende Versorgung erfolgt [7, 11, 16]. Die vorhandene Gewebestruktur kann somit ohne weitere Manipulation optimal erhalten bleiben. Zudem können im Zuge der Sofortimplantation augmentative Maßnahmen im periimplantären Randbereich sicher mit dem individuell angepassten Abutment abgedichtet werden.

Durch die Soforteingliederung eines hochwertigen individuellen Abutments mitsamt provisorischer Krone können traumatische Abformungen und häufige Wechsel von Sekundärteilen vollständig vermieden werden. Jedes Herausnehmen und Eingliedern von Abutments und Abformposten kann die pe-

riimplantäre Mukosa und insbesondere deren Anlagerung an Implantat und Abutment schädigen und zu einer Apikalmigration der Bindegewebszone mit nachfolgender Knochenresorption führen [1, 2]. Abrahamsson wies 2003 zwar nach [3], dass der einmalige Abutmentwechsel auf Implantaten mit Innenkonus zu keiner Knochenrezession im Hundemodell führte. Als Folge eines einzigen Wechsels trat aber bereits eine erhöhte Anzahl neutrophiler Granulozyten im periimplantären Bindegewebe auf. Für die Stabilität des periimplantären Weichgewebekomplexes kann es deshalb nur von Vorteil sein, jegliche Manipulationen in diesem Bereich auszuschließen.

Darüber hinaus sind bei der implantatgetragenen Sofortversorgung herausnehmbare oder an den Nachbarzähnen adhäsiv befestigte Provisorien nicht mehr erforderlich. Damit wird der Aufwand für die provisorische Versorgung vereinfacht und deutlich verkürzt. Gleichzeitig ist der Patientenkomfort durch die unmittelbare Rehabilitation merklich erhöht

## 6.2 Voraussetzungen

Das Therapiekonzept zur Sofortimplantation und Sofortversorgung führt nur zu einem biologisch und ästhetisch vorhersagbaren Ergebnis, wenn individuelle, patienten-spezifische Faktoren berücksichtigt werden. Hierfür sind insbesondere folgende klinische Voraussetzungen relevant [15]:

- stabile bukkale Knochenwände  $\geq 1,5$  mm,
- mittlerer bis dicker Gingivabiotyp  $> 1,5$  mm,
- stabiler Muko-Gingival-Komplex (Abstand zwischen Gingivalsaum und Knochenwand bukkal von  $< 3$  mm und interdental von  $< 4,5$  mm),
- keine oder nur geringe entzündliche Prozesse im OP-Gebiet,
- möglichst Weichgewebsüberschuss bukkal.

## 6.3 Arbeitsablauf: Planung und Vorbereitung

Um eine vorhersagbare Ästhetik bei der Sofortimplantation zu erzielen, ist die genaue Behandlungsplanung im Sinne eines Backward-Planning mit optimaler Positionierung des Implantates in allen

Raumrichtungen von wesentlicher Bedeutung. Hierbei haben die jüngsten technischen Weiterentwicklungen bei der digitalen Volumentomographie (DVT) dazu beigetragen, dass durch die Verbesserungen in der Auflösung feinste össäre Strukturen, wie bukkale Alveolenwände vor Extraktion darstellbar und metrisch exakt auszuwerten sind. Aufgrund der klinischen Befundsituation in Kombination mit der DVT-Diagnostik können die definierten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Sofortversorgung präoperativ überprüft werden.

Die virtuelle Planung der Implantatpositionierung erfolgt dann durch Übertragung des Dicom-Datensatzes des DVTs in ein entsprechendes Planungsprogramm (z. B. med3D). Die Zusammenführung von gewünschter prothetischer Rekonstruktion mit dem vorhandenen Knochenangebot in einer dreidimensionalen Ansicht wird durch die Verwendung von DVT-Schablonen mit röntgenopaken, bariumsulfathaltigen Zahnkronen ermöglicht [17]. Wesentlich für die Verwertbarkeit der dreidimensionalen Daten ist die reproduzierbar präzise Passung der Schablone auf dem Modell und im Mund des Patienten. Diese muss sowohl bei der Anfertigung des DVTs, beim Platzieren des Modellimplantates im Gipsmodell, als auch bei der Implantation gewährleistet sein. Hilfreich haben sich kleine farblich markierte Sichtfenster zur Überprüfung der randspaltfreien Passung der Schablone erwiesen.

Angefangen bei der virtuellen Planung, über die Herstellung der Navigationsschablone, bis zum Einpassen in die intraorale Patientensituation können Ungenauigkeiten auftreten. Die Mehrzahl der wissenschaftlichen Studien über die Reproduzierbarkeit in der computer-assistierten Implantologie untersucht stereolithographisch hergestellte Schablonen, und dieses zumeist im zahnlosen Kiefer [19]. Die mittlere Abweichung am Eintrittspunkt des Bohrers liegt bei 1,07 mm (CI 0,76–1,22 mm) und im Apexbereich bei 1,63 mm (CI 1,26–2,00 mm). Diese Abweichungen sind bei der stereolithographischen Methode für Einzelzahn-Sofortimplantationen nicht tolerabel [12].

Hier sehen die Autoren einen wesentlichen Vorteil der Verwendung einer zahntechnisch hergestellten, auf dem Meistermodell und im Mund präzi-

se auf Passung jederzeit reproduzierbaren und überprüfbar Schablone.

Entscheidend ist zudem, dass die am Computer festgelegte Implantatposition auf ihre klinische Plausibilität hin auf dem Meistermodell überprüft wird. Nach Positionierung des Implantates in der Software wird eine auf das jeweilige Implantatsystem abgestimmte Bohrhülse in die Navigationsschablone in Analogie zur virtuellen Planung eingearbeitet. Dann kann bereits präoperativ mit den spezifischen Implantatbohrern unter hülsengeführter Navigation in das Gipsmodell ein Modellimplantat eingebracht und so die zukünftige Implantatposition dargestellt und begutachtet werden. Dieses Vorgehen erlaubt die Kontrolle der Abstände zu den Nachbarzähnen, zum bukkalen Gingivarand und der Achsenneigung. Sollte an dieser Stelle eine suboptimale Positionierung festgestellt werden, ist eine Korrektur der Planung im med3D-Programm obligat.

Damit die beim Bohren des Implantatlagers auftretenden Kräfte aufgefangen werden können, müssen die Schablonen stabil und verwindungssteif sein. Als Standardmaterial für die Schablonenherstellung hat sich PMMA-Kunststoff in ausreichender Stärke von 2–2,5 mm bewährt [17].

## 6.4 Arbeitsablauf: Chirurgie und Rekonstruktion

Im Rahmen der chirurgischen Vorgehensweise bei der Sofortimplantation ist die Verwendung von Hilfsmitteln zur minimaltraumatischen Zahnentfernung (u. a. Benex-Set) unter vollständigem Erhalt der alveolären Knochenstrukturen bei einer möglichst sehr geringen Irritation des Marginalsaums von großem Vorteil.

Für die Sofortversorgung muss eine ausreichende Stabilität des inserierten Implantates gewährleistet sein. In der Literatur werden dafür Drehmomentwerte von größer als 40 Ncm gefordert [10]. Indem Pilotbohrungen und auch die Implantation hülsengeführt vorgenommen werden, kann die Primärstabilität gesteigert werden.

Die hier vorgestellte Methode der Eingliederung eines individuellen Abutments ermöglicht eine optimale Konturierung des Emergenzprofils. Es macht die Anpassung von konfektionierten

Abutments aus Auswahlkits überflüssig [8]. Die verschraubte Sofortkonstruktion aus Abutment und darauf verklebter Kompositkrone schon das umgebende Weichgewebe der Extraktionsalveole. Das sonst nötige Unterfüttern eines Schalenprovisoriums oder die Zementrestentfernung entfällt, die Behandlung wird beschleunigt und vereinfacht.

Zirkonoxid-Abutments haben aus biologischen [6] und ästhetischen Gründen deutliche Vorteile [18] gegenüber Titan-Abutments. Zirkonoxid zeigt eine im Vergleich zu Titan bessere Akzeptanz und Integration durch das umgebende periimplantäre Weichgewebe. Das Wegfallen des Metallschattens wirkt sich beim Zirkonoxid ebenfalls positiv aus.

Das Emergenzprofil des Abutments sollte verschiedenen Anforderungen genügen: Dazu gehört die günstige mechanische Stützung der Gewebe, das Ermöglichen einer optimalen Entfernung des Biofilms durch die häusliche Mundhygiene und eine Form, die an einer Stelle ohne Überhänge die Erhebung der Sondierungstiefe ermöglicht. Bei zementierten Versorgungen ist es zudem von Vorteil, wenn die Präparationsgrenze im oralen Bereich supragingival liegt. So kann die Passung der Krone leicht kontrolliert und ein unproblematischer Zementabfluss gewährleistet werden. Am besten lassen sich diese Punkte

durch die Verwendung von individuellen Abutments realisieren.

## 6.5 Risikomanagement

Bei einer Sofortversorgung besteht trotz dreidimensionaler Planung, minimalinvasivem Vorgehen und navigierter Implantation das Risiko verstärkter Weichgewebeveränderungen. Bei mittlerem bis dickem Gingivatyp ist lediglich mit einem diskreten Rückgang des bukkalen Weichgewebes von ca. 1 mm zu rechnen [13]. Da bei dünner Gingiva mit einer deutlich größeren Neigung zur Gingivarezession zu rechnen ist, ist bei derartigen Fällen eine vorherige oder gleichzeitige Verdickung mit einem Bindegewebstransplantat vorzunehmen [5, 14].

Wenn es zu einer größeren Weichgewebstrektion gekommen ist, die nicht durch einfaches Nachpräparieren zu kompensieren ist, können über die Atlantis-Konstruktionssoftware anhand der vorhandenen Daten des bereits integrierten Abutments Modifikationen erfolgen. Es wird einfach ein zweites, verändertes Abutment bestellt und so der Veränderung Rechnung getragen, ohne den Weg über eine Abformung auf Implantatniveau gehen zu müssen. Dafür wäre nur ein einmaliger Abutmentwechsel erforderlich.

Bei dem konkreten Patientenfall waren die präoperativen Voraussetzungen allesamt optimal. Es lag ein gingivaler Überschuss bukkal vor, so dass eine moderate Gingivarezession in regio 25 eine Harmonisierung des Weichgewebsverlaufes ergeben hat.

## Danksagung

Für die Herstellung der DVT- und Navigations-schablone danken wir ZTM Ralf Kräher und ZTM Stephan Marzok (Cuspidus Dentallabor, Hamburg).

Für die Unterstützung bei der Erarbeitung und Umsetzung der navigierten Implantation und Erstellung des Manuskriptes danken wir Dr. Tim Joda, Dr. Dr. Stefan Kanehl, Dr. Pascal Marquardt und Dr. Matthias Müller. 

**Interessenkonflikt:** Die Autorin/der Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

### Korrespondenzadresse

Dr. med. dent. Kai Krüger  
 Harvestehuder Weg 100  
 20149 Hamburg  
 Tel.: 0 40 / 44 94 41  
 Fax: 0 40 / 44 73 22  
 E-Mail: kk@drkai.krueger.de

## Literatur

1. Abrahamsson I, Berglundh T, Wennström J, Lindhe J: The periimplant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Impl Res* 7(3), 212–219 (1996)
2. Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J: The mucosal barrier following abutment dis/reconnection. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 24, 568–572 (1997)
3. Abrahamsson I, Berglundh T, Sekino S, Lindhe J: Tissue reactions to abutment shift: An experimental study in dogs. *Clin Impl Dent Rel Res* 5, 82–88 (2003)
4. Araújo MG, Lindhe J: Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 32, 645–652 (2005)
5. Bianchi, AE, Sanfilippo, F: Single-tooth replacement by immediate implant and connective tissue graft: a 1–9 year clinical evaluation. *Clin Oral Impl Res* 15, 269–277 (2004)
6. Degidi M, Artese L, Scarano A, Perrotti V, Gehrke P, Piattelli A: Inflammatory infiltrate, microvessel density, nitric oxide synthase expression, vascular endothelial growth factor expression, and proliferative activity in peri-implant soft tissues around titanium and zirconium oxide healing caps. *J Periodontol* 77, 73–80 (2006)
7. De Rouck T, Collys K, Cosyn J: Single-tooth replacement in the anterior maxilla by means of immediate implantation and provisionalization: a review. *Int J Oral Maxillofac Impl* 23(5), 897–904 (2008)
8. Gamborena I, Blatz MB: Aktuelle klinische und technische Protokolle für Einzelzahnersatz nach Sofortimplantation. *Quintessenz Zahntech* 34, 1124–1136 (2008)
9. Grunder U, Gracis S, Capelli M: Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent* 25, 113–119 (2005)
10. Grusovin MG, Coulthard P, Jourabchi E, Worthington HV, Esposito MA: Interventions for replacing missing teeth: maintaining and recovering soft tissue health around dental implants. *Cochrane Database Syst Rev* 23(1), CD003069 (2008)
11. Hall JAG, Payne AGT, Purton DG, Torr B, Duncan WJ, De Silva RK: Immediately restored, single-tapered implants in the anterior maxilla: prosthodontic and aesthetic outcomes after 1 year. *Clin Impl Dent & Related Res* 9, 34–45 (2007)
12. Kalt G, Gehrke P: Transfer precision of three-dimensional implant planning with CT assisted offline navigation. *Int J Comp Dent* 11, 213–225 (2008)
13. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada JL: Bilaminar subepithelial connective tis-

sue grafts for immediate implant placement and provisionalization in the esthetic zone. *J Calif Dent Assoc* 33(11), 865–871 (2005)

14. Kan JY, Rungcharassaeng K, Sclar A, Lozada JL: Effects of the facial osseous defect morphology on gingival dynamics after immediate tooth replacement and guided bone regeneration: 1-year result. *J Oral Maxillofac Surg* 65, (7 Suppl 1), 13–19 (2007)
15. Kois, JC: Predictable single-tooth peri-implant esthetics: Five diagnostic keys. *Compendium* 25, 895–905 (2004)
16. Mankoo T: Implantatgetragene Einzelzahnversorgung in der ästhetischen Zone – aktuelle Konzepte zur Optimierung und Erhaltung der Weichgewebeästhetik beim Zahnersatz in schwierigen Bereichen. *Eur J Esthet Dent* 2, 294–314 (2007)
17. Marquardt P, Wittkowski P, Strub J: 3D-Navigation in der oralen Implantologie. *Eur J Esthet Dent* 2, 82–100 (2007)
18. Sailer I, Zembic A, Jung RE, Hämmerle CHF, Mattioli A: Implantatrekonstruktionen für den Einzelzahnersatz: Ästhetische Faktoren, die die Entscheidung für Titan- oder Zirkonoxidabutments im Frontbereich beeinflussen. *Eur J Esthet Dent* 2, 316–330 (2007)
19. Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, Jung RE: A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clin Oral Impl Res* 20 (Suppl 4), 73–86 (2009)
20. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G: Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 33, 83–86 (2004)

## PRAXIS / PRACTICE

## Zeitschriftenreferat / Abstract

### Betreuung von Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen – eine neue Leitlinie der American Association for Dental Research

Greene, C.S.: Managing the care of patients with temporomandibular disorders. A new guideline for care. *J Am Dent Assoc* 141, 1086–1088 (2010)

Der Autor des Beitrags, Charles S. Greene, ist Kieferorthopäde an der *University of Illinois in Chicago*. Er war *Chairman* der *Neuroscience Group* der *American Dental Association for Dental Research* (= AADR).

Green weist einleitend darauf hin, dass es in den USA im Gegensatz zu anderen Ländern bisher keine allgemein verbindlichen Leitlinien zur Behandlung von Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen (= CMD) gibt. Die in den USA bekannteste CMD-Leitlinie ist diejenige der *American Academy of Orofacial Pain*. Diese Leitlinie wurde immer wieder kontrovers diskutiert und von einigen Fachleuten als engstirnig oder rein standespolitisch motiviert angesehen. Eine andere CMD-Leitlinie, die die AADR 1996 erarbeitet hatte, fand nur wenig Beachtung und galt als veraltet. Deshalb entwickelte die *Neuroscience Group* der AADR eine neue Leitlinie zur Behandlung von CMD-Patienten. Diese wurde nach umfangreicher, dreijähriger Diskussion in allen zuständigen Gremien und Bereichen der AADR im März 2010 beschlossen und wird in dem genannten Beitrag von Green vorgestellt.

Nach einer knappen Schilderung des sehr inhomogenen Krankheitsbildes

der CMD werden in zwei Abschnitten Hinweise zur Diagnostik und Therapie der CMD gegeben:

**1. Zur Diagnostik/Differentialdiagnostik** einer CMD wird die Anamneseerhebung in Verbindung mit einer klinischen Untersuchung und falls erforderlich einer unterstützenden Bildgebung empfohlen. Die AADR weist darauf hin, dass außer den bildgebenden Verfahren bisher kein einziges technikgestütztes Vorgehen die Anforderungen erfüllt, die an die Sensitivität und Spezifität eines CMD-Diagnoseverfahrens gestellt werden müssen. In seltenen Fällen, wie z. B. bei Rheumaverdacht oder bei Hinweisen auf neurologische oder psychische Erkrankungen, kann die ergänzende Erhebung von Laborwerten oder die Anwendung psychiatrischer Tests erforderlich werden.

**2. Zur Therapie** einer CMD betont die AADR mit Nachdruck, dass die Initialtherapie immer konservativ, reversibel und evidenzbasiert sein sollte. Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass sich viele Formen der CMD im Laufe der Zeit auch ohne Therapie bessern oder sogar ganz abheilen. Das therapeutische Vorgehen ist deshalb so zu wählen, dass keine irreversiblen Veränderungen oder gar

Schädigungen des Patienten riskiert werden. Zur Abrundung jeder CMD-Behandlung gehört nach Auffassung der AADR auch immer eine umfassende Aufklärung der Patienten über Art und Verlauf ihrer Erkrankung. Diese Patienteninformation sollte durch ein Selbstübungsprogramm ergänzt werden, das den Patienten einen besseren Umgang mit ihren Beschwerden ermöglicht.

Auffällig in dieser Leitlinie dieses sehr hochrangigen amerikanischen Forschungsgremiums ist unter anderem die strikt ablehnende Haltung gegenüber technikgestützten Diagnoseverfahren (außer Bildgebung), zu der auch die instrumentellen Funktionsanalyseverfahren zählen. Diese Beurteilung widerspricht damit eindeutig der gemeinsamen Stellungnahme der DGZMK und der DGFDT aus dem Jahr 2005 (vgl. Ahlers et al.). In diesem Zusammenhang darf ich ergänzend auf folgenden Artikel von Türp hinweisen, der sich ausführlich mit diesem Thema beschäftigte: Türp, J.C.: Ist die instrumentelle Funktionsanalyse eine empfehlenswerte Maßnahme zur Diagnostik kranio-mandibulärer Funktionsstörungen? *Dtsch Zahnärztl Z* 58, 477–481 (2003). 

H. Tschernitschek, Hannover