



Tommaso Cantoni, Giovanni Polizzi

Neuartige Röntgenschablone und CAD/CAM-Technologie zur Planung von Implantaten in frischen Extraktionsalveolen



Tommaso Cantoni
DDS, MScD

Giovanni Polizzi
DDS, MD

Beide:
Niedergelassene Zahnärzte,
Verona, Italien

Korrespondenzadresse:
Dr. Tommaso Cantoni
Via Gobetti 9
37138 Verona
Italien
E-Mail: tcantoni@tin.it

INDIZES CT-Scan, lappenloser Eingriff, frische Extraktionsalveolen, schablonengeführte Chirurgie, Sofortfunktion, Sofortimplantation, Röntgenschablone

Behandlungen, bei denen nichterhaltungswürdige Zähne am Tag der Chirurgie entfernt und durch Sofortimplantate ersetzt werden müssen, gestalten sich bezüglich Diagnose und Behandlungsplanung schwieriger als die übliche zweizeitige Behandlung. Immer mehr niedergelassene Zahnärzte arbeiten mit Implantatplanungssoftware und CAD/CAM-Technik und nutzen CT-Daten und Röntgenschablonen für die computergestützte virtuelle Behandlungsplanung. Auf dieser Basis wird eine chirurgische Schablone hergestellt, die den Eingriff erleichtert und sogar die Herstellung einer prothetischen Sofortversorgung ermöglicht. Diese Verfahren waren aber bisher nur für Patienten möglich, die im Behandlungsareal bereits zahnlos waren. Schwierig wird ihre Anwendung, wenn der Patient keine herausnehmbare Teil- oder Vollprothese tragen möchte und nichterhaltungswürdige Zähne bis zum Implantationseingriff erhalten werden sollen. Dieser Beitrag beschreibt die Vorteile einer neuartigen zweiteiligen Röntgenschablone und ihre Herstellung. Die vorgestellte Konstruktion wird in Verbindung mit der CAD/CAM-Technik eingesetzt und hilft bei der Diagnose und Behandlungsplanung, wenn die Patienten bis zum Implantationszeitpunkt ein zahngetragenes Provisorium behalten möchten.

■ Einleitung

Das Standardverfahren für Implantatbehandlungen¹ besteht bei Vorliegen nichterhaltungswürdiger Zähne darin, dass man die Zähne extrahiert, den Alveolarfortsatz abheilen lässt², danach eine radiologische Untersuchung vornimmt und auf dieser Grundlage schließlich die Implantation durchführt. Dank verbesserter Implantatgeometrien auf Makroebene und weiterentwickelter Mikrostrukturen der Implantatoberflächen sind inzwischen kürzere Behandlungszeiten möglich. Zahlreiche Autoren konnten zeigen, dass die Implantation in frische Extraktions-

alveolen eine gangbare und erfolgreiche Behandlungsform darstellt, sofern eine hohe Primärstabilität der Implantate erreicht werden kann³⁻⁸. Allerdings können sich bei Anwesenheit nichterhaltungswürdiger Zähne die Diagnose des Knochenangebots und die Festlegung der günstigsten Implantatpositionen schwierig gestalten.

Die Entwicklungen der vergangenen Jahre haben im Bereich der computergestützten Konstruktion und Fertigung (CAD/CAM) große Fortschritte auf dem Gebiet der zahnärztlichen Implantologie mit sich gebracht. Mit diesen neuen Techniken lässt sich die Anatomie des Patienten am Bildschirm analysieren

und im Hinblick auf diagnostische prothetische Konstruktionen abgleichen⁹⁻¹¹.

Dank hoch entwickelter Software kann der Implantationseingriff schon vor der eigentlichen Operation in einer virtuellen Umgebung einfach und wirkungsvoll vorweggenommen werden. Der eigentliche Eingriff lässt sich dann unter Verwendung einer chirurgischen Schablone mit präzisen Hülsen und Bohrführungen auf der Basis des virtuell geplanten Eingriffs durchführen. Auch kann bei dieser Vorgehensweise die prothetische Versorgung vorab erstellt und der Patient bereits kurz nach Abschluss des chirurgischen Eingriffs mittels eines implantatgetragenen Provisoriums rehabilitiert werden¹²⁻¹⁴. Eines dieser CAD/CAM-Systeme – NobelGuide (Nobel Biocare) – eignet sich zur Versorgung von Einzelzahn-lücken ebenso wie für die Rehabilitation des teilbezahnten und zahnlosen Kiefers. Das Verfahren basiert auf der Möglichkeit, zwei getrennte CT-Aufnahmen sowohl vom Patienten als auch von der isolierten Prothese anfertigen zu können („Doppel-Scan-Verfahren“).

Bislang war eine vollständige Knochenheilung nach Zahnextraktionen eine notwendige Voraussetzung, um eine Planung auf der Grundlage von CT-Aufnahmen durchführen zu können. Erfolgt die radiologische Diagnostik kurz nach den Extraktionen, beeinträchtigt der Knochenumbau in der Frühphase des Heilungsprozesses¹⁵⁻¹⁶ die notwendige Passgenauigkeit der chirurgischen Schablone und damit die sichere Reponierbarkeit. Außerdem entspricht bei dieser Vorgehensweise der Knochen während des physischen Eingriffs in Volumen und Kontur nicht mehr den zum Zeitpunkt der Planung diagnostizierten Gegebenheiten, sodass sich die Implantate möglicherweise gar nicht korrekt inserieren lassen.

Unsere Patienten lehnen den langwierigen Umweg über eine herausnehmbare provisorische Prothese zunehmend ab. Vielmehr wünschen sie einen nahtlosen Übergang von der nichterhaltungswürdigen Bezahnung zur festsitzenden implantatgetragenen Versorgung. Die besondere Herausforderung liegt hier darin, diese CAD/CAM-Techniken so zu adaptieren, dass auch Sofortimplantationen in frische Extraktionsalveolen vorab geplant und mittels schablonengeführter Chirurgie durchgeführt werden können.

Dieser Beitrag stellt eine neuartige Röntgen-schablone vor, die gemeinsam mit CAD/CAM-Techniken angewendet wird. Mit ihrer Hilfe können die Patienten ihre nichterhaltungswürdigen Zähne während der gesamten diagnostischen Phase bis zum Tag des Implantationseingriffs behalten. Die zweiteilige Schablone ermöglicht eine prothetisch orientierte virtuelle Implantatplanung für Extraktionsalveolen nach prothetischen Gesichtspunkten.

■ Technik

Die Röntgenschablone besteht aus zwei Teilen, einer Basisplatte und einem Ergänzungselement, das die idealisierte Zahnaufstellung im zu extrahierenden Areal zeigt. Beide Teile lassen sich eindeutig zusammenfügen. Hergestellt wird die Schablone folgendermaßen:

■ Schritt 1: Vorbereitende Phase

Basierend auf präzisen Kieferabformungen des Patienten werden Studienmodelle mit allen anatomischen Referenzstrukturen hergestellt (Abb. 1) und einartikuliert.

■ Schritt 2: Herstellung der Basisplatte

Zur Herstellung der Kunststoffbasis der Basisplatte wird das Meistermodell des betreffenden Kiefers herangezogen. Die Basis wird wie eine Vollprothesenbasis mit Flügeln und palatinaler Abstützung ausgeführt. Die nichterhaltungswürdigen Zähne werden durch eine Öffnung in der Basisplatte freigestellt (Abb. 2).

Zur Behandlung kleinerer Kiefersegmente werden – wie bei einer Nachtschiene – mit der Basisplatte nur die Okklusionsflächen der zu erhaltenden Zähne abgedeckt – ohne den bukkalen Rand. Dies soll die Anpassung der Basis an die intraoralen Strukturen erleichtern.

Die Kunststoffbasis sollte aus selbsthärtendem Kunststoff von mindestens 2,5 mm Stärke bestehen, damit sie steif genug ist und korrekt reproduziert werden kann.

Die Basisplatte wird mit einigen Repositionskernen rund um den Fensterrand versehen (Abb. 3) und

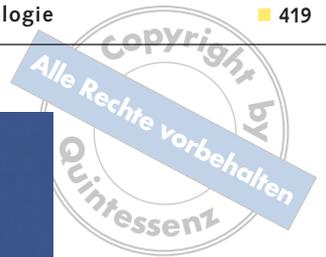


Abb. 1 Meistermodell des zu analysierenden Kiefers. Der obere linke Eckzahn und der zweite Prämolare sollen extrahiert werden.



Abb. 2 Auf dem Meistermodell reponierte Basisplatte der Röntgenschablone.

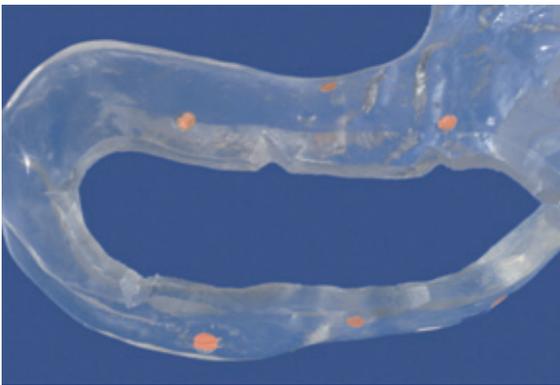


Abb. 3 Repositionskerben rings um das Fenster der Basisplatte der Röntgenschablone.



Abb. 4 Zahnaufstellung in Wachs als Zieldefinition.

umfasst gemäß NobelGuide-Protokoll mindestens sechs kleine kugelförmige radiopake Marker als Bezugspunkte.

■ Schritt 3: Herstellung des Ergänzungselements

Die nichterhaltungswürdigen Zähne werden auf dem Modell auf die Höhe der Gingiva gekürzt. Anschließend werden Zähne in korrigierter Position für den definitiven Zahnersatz aufgewachst (Abb. 4).

Die Kunststoffbasis der Basisplatte wird auf dem Modell reponiert und die Wachsmodellation der Zähne ausgedehnt, um so den Spalt zum Fensterrand der Basis aufzufüllen. Die fertige Wachsmodellation wird nun ebenfalls in selbsthärtendem Kunststoff repliziert.

Dieses Ergänzungselement darf keine radiopaken Marker enthalten. Abbildung 5 zeigt die fertige Komponente mit der angestrebten Zahnaufstellung.

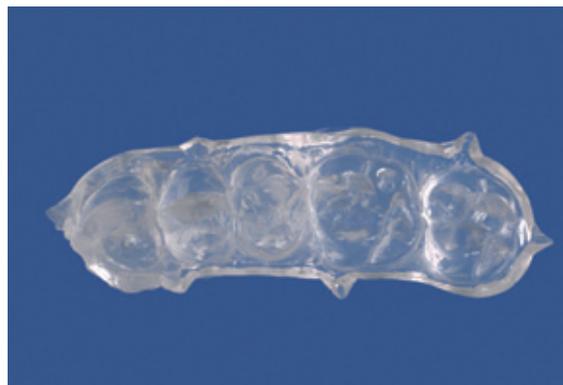


Abb. 5 Ergänzungselement der Röntgenschablone.

■ Schritt 4: Zusammensetzen der Röntgenschablone

Nun wird das Ergänzungselement auf der Basisplatte reponiert und rastet stabil und präzise in die Repositionskerben am Fensterrand ein (Abb. 6). Nach Zu-

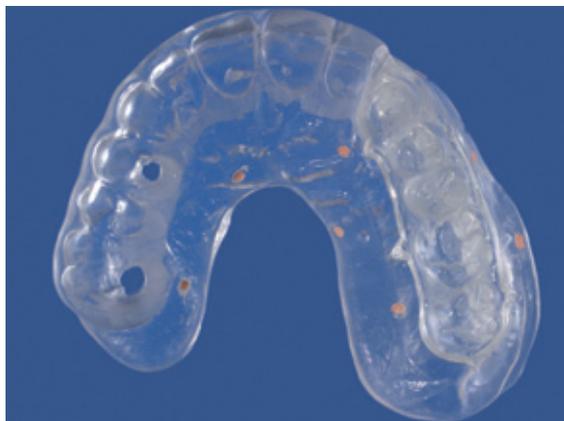


Abb. 6 Röntgenschablone nach dem Zusammensetzen der beiden Teile (Basisplatte + Ergänzungselement).

sammenfügen der beiden Teile ist die Röntgenschablone komplett.

Abbildung 7 gibt einen Überblick über die Abfolge der Arbeitsschritte.

■ Schritt 5: CT-Aufnahmen

Vor dem Entfernen der nicht mehr erhaltungswürdigen Zähne wird nun eine CT-Aufnahme angefertigt. Hierzu wird von der Röntgenschablone nur die Basisplatte eingesetzt und mittels Bisregistrat fixiert (Abb. 8).

Die bei diesem ersten Scan generierten Dateien im DICOM-Format (Digital Imaging and Communications in Medicine) liefern Informationen zur Kieferanatomie des Patienten sowie Positionskordinaten der Marker in der Basisplatte.

Anschließend werden Basisplatte und Ergänzungselement zusammengesetzt, und die zweite CT-Aufnahme wird mit dieser extraoral komplettierten Röntgenschablone nach dem NobelGuide-Standardprotokoll durchgeführt

Die DICOM-Dateien aus diesem zweiten Scan enthalten Informationen zur geplanten Ideallage der Zähne in der Aufstellungskomponente und die Marker in der Basisplatte, wobei letztere identisch sind mit den Positionen im ersten Scan.

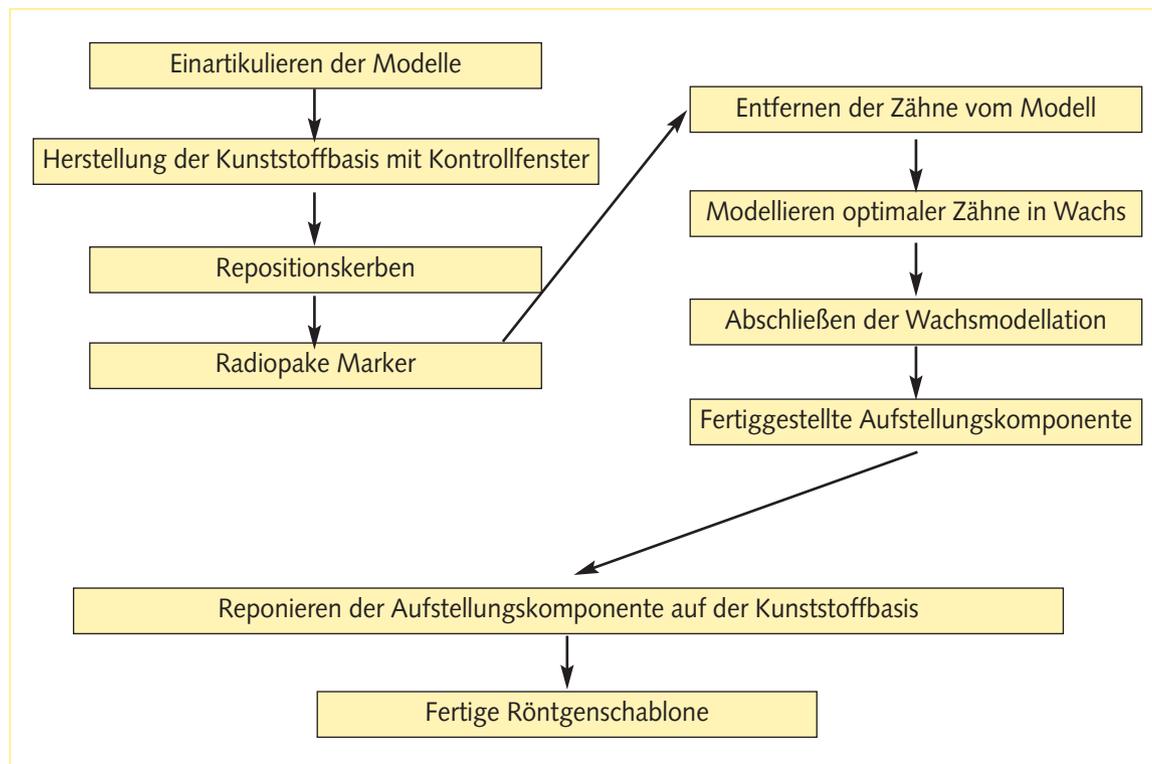


Abb. 7 Flussdiagramm der Arbeitsschritte.



■ Schritt 6: Datenkonvertierung, Analyse und Planung

Nach Konvertierung dieser beiden Datensätze durch die NobelGuide-Procera-Software kann der Behandler die Kieferanatomie des Patienten und die geplante Ideallage der Zähne unabhängig von der Lage der zu extrahierenden Zähne vorab visualisieren. Die Implantate für die Extraktionsstellen werden virtuell geplant, während sich die Zähne bzw. Zahnwurzeln noch in ihren Alveolen befinden (Abb. 9).

Nach abgeschlossener Planung bestellt der Behandler die chirurgische Schablone. Da deren Form ausschließlich auf den Informationen des zweiten CT-Scans beruht, lässt sie sich erst nach Entfernen der nichterhaltungswürdigen Zähne im Mund einsetzen. Eine Einprobe im Vorfeld der Extraktionen, die ja erst zum Zeitpunkt des Implantationseingriffs durchgeführt werden, ist somit nicht möglich. Alle weiteren Arbeitsschritte entsprechen dem Standardprotokoll von NobelGuide.



Abb. 8 Patient mit eingesetzter Basisplatte der Röntgenschablone vor dem CT-Scan (Oberkiefer-Gesamtbehandlung, okklusale Ansicht).

■ Diskussion

Die hier vorgestellte Röntgenschablone bietet bei Patienten, die nach dem NobelGuide-Konzept mit Sofortimplantaten in frischen Extraktionsalveolen versorgt werden sollen, viele Vorteile gegenüber einteiligen Standardschablonen.

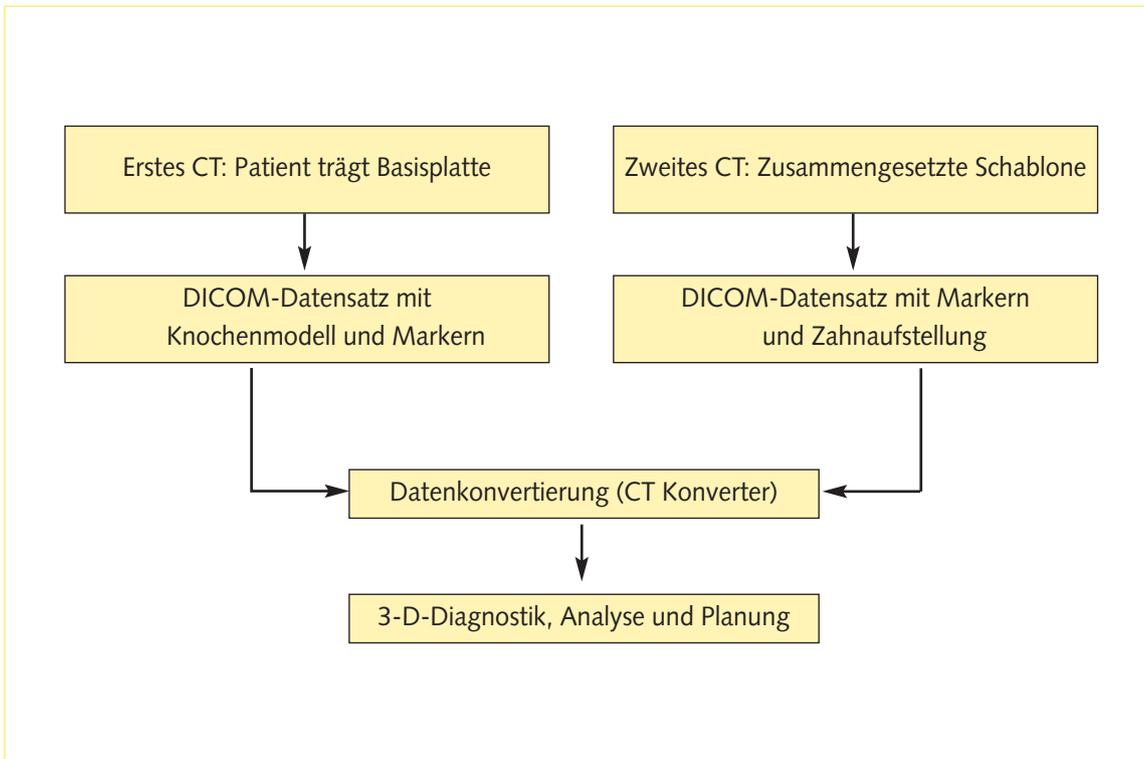


Abb. 9 Flussdiagramm zum Ablauf der CT-Scans.

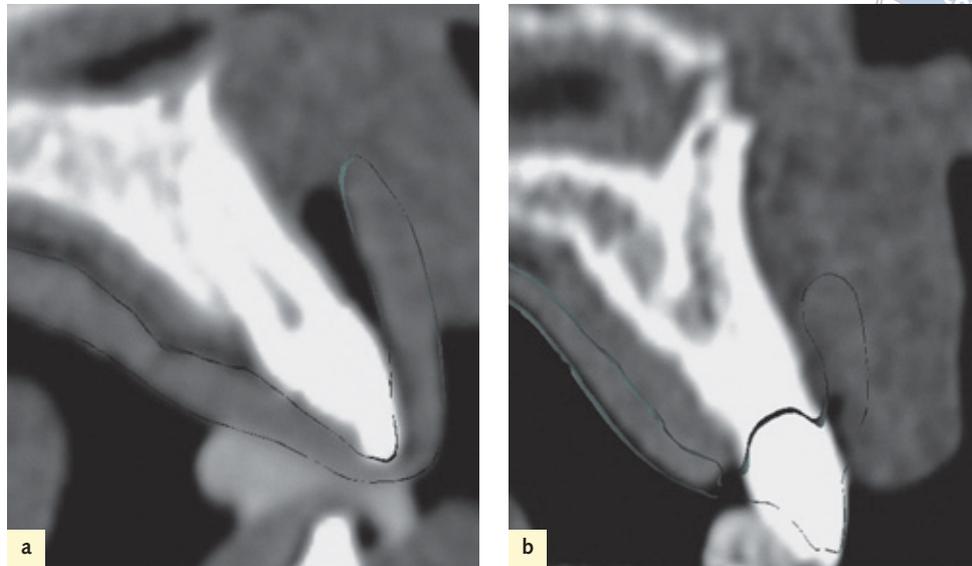


Abb. 10a und b Bei einteiligen Röntgenschablonen berührt der Schablonenrand die Schleimhaut nicht (a). Zweiteilige Schablonen ermöglichen einen gut anliegenden Schablonenrand (b).

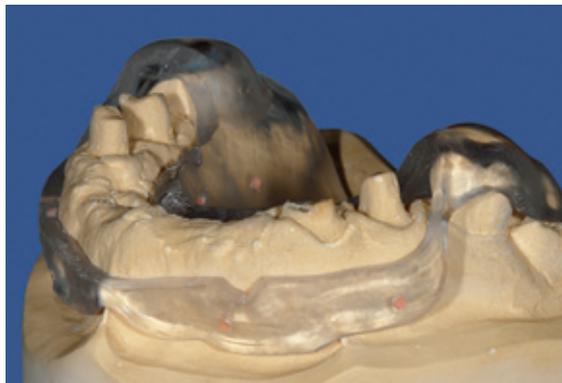


Abb. 11 Der Rand des offenen Fensters in der Basisplatte endet an der größten Ausdehnung der Kurvatur, um Unterschnitte zu vermeiden.

Wenn die nichterhaltungswürdigen Zähne nicht als Pfeiler präpariert werden, sondern ihre ursprüngliche Form behalten sollen (selbst in der Gestalt künstlicher Kronen), muss eine einteilige Röntgenschablone diese Hindernisse umgehen. Insbesondere in der Front können manchmal auch Unterschnitte des Alveolarfortsatzes ein Hindernis darstellen. Die resultierende Röntgenschablone wird dann nicht an der Schleimhaut anliegen, weil sie zur Umgehung dieser Hindernisse entlang ihres Einschubwegs einen aufgeweiteten Rand benötigt (Abb. 10a). Die Basisplatte der zweiteiligen Röntgenschablone lässt die Areale um die nichterhaltungswürdigen Zähne frei (Fenster), steht somit mit diesen nicht in Kontakt und

wird von ihnen nicht beeinflusst. Die fertige Schablone liegt indes nach Extraktion direkt der Schleimhaut auf (Abb. 10b). Bei vorstehenden Teilen des Alveolarfortsatzes wird der Fensterrand am Scheitelpunkt der Ausbuchtung platziert, sodass auch hier kein Hindernis (bzw. Unterschnitt) entsteht (Abb. 11). Die Überstände der Kunststoffbasis sind schließlich gut an die Kontur der Gingiva angepasst, sodass präziser geplant werden kann. Folglich verbessert sich durch die gute Anpassung an die Schleimhaut auch die Stabilität der chirurgischen Schablone zu Beginn des Eingriffs.

Vorteilhaft ist diese Methode auch bei Fehlstellungen der zu extrahierenden Zähne im Kiefer. Solche Situationen können etwa entstehen, wenn Parodontopathien zu Fehlstellungen oder Nichtanlagen bzw. frühzeitige Extraktionen zur Migration von Zähnen geführt haben. Einteilige Röntgenschablonen liefern hier keine Informationen zur gewünschten idealisierten Endposition der Zähne, weil sie an die bestehenden Zähne angepasst werden müssen, die sich zum Zeitpunkt des CT-Scans in Fehlstellung befinden. Bei Anwendung der zweiteiligen Schablone trägt der Patient beim ersten CT-Scan nur die Basisplatte mit den radiopaken Markern, die von der aktuellen Position der Zähne nicht beeinflusst wird (Abb. 12a bis c). Anschließend wird die zusammengesetzte Schablone (nach Reponieren des Ergänzungselements auf die Kunststoffbasis) gescannt und



Abb. 12a bis c Planungsabfolge bei dentalen Fehlstellungen. Der Silikonsschlüssel zeigt die Zähne entsprechend der korrekten Wachsmodellation in Relation zur Fehlstellung der nichterhaltungswürdigen Zähne, die am Tag des chirurgischen Eingriffs extrahiert werden (a). Okklusale Ansicht mit korrekten Implantatpositionen in Relation zur Röntgenschablone (b). Geplante Implantate in korrekter Position, unabhängig von den Fehlstellungen der vorhandenen Zähne (c).

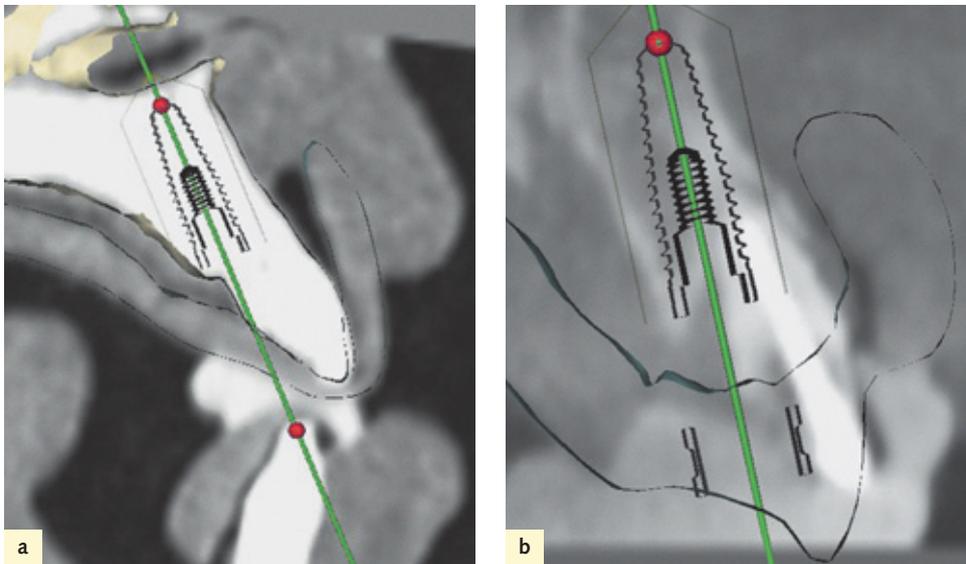


Abb. 13a und b Nichterhaltungswürdiger Zahn mit Fehlstellung. Die einteilige Röntgenschablone gibt keinen Aufschluss darüber, wie das Implantat im Verhältnis zur korrekten Endposition des Zahns zu planen ist (a). Die zweiteilige Schablone ermöglicht eine korrekte Planung des Implantats (b).

liefert die benötigten Informationen zur gewünschten Zahnstellung. So kann schließlich am Computer eine korrekte Implantatplanung nach prothetischen Gesichtspunkten vorgenommen werden (Abb. 13a und b). Die Alternative wäre, dass man nach den Extraktionen eine Heilungsdauer von mindestens sechs Monaten abwartet, um auf stabilen Verhältnissen zu planen, und erst danach die Röntgenanalyse durchführt. In der Zwischenzeit müsste eine herausnehmbare Prothese getragen und häufig unterfüttert werden. Für den Patienten ist dies unangenehm und im täglichen Leben belastend.

Beim Entfernen der Zähne vom Gipsmodell durch den Zahntechniker (vor der Wachsmodellation) ist be-

sonders sorgfältig darauf zu achten, dass der umliegende Gingivasaum intakt bleibt. Dieser Umstand ist von Bedeutung, wenn in die Extraktionsalveole ein Implantat inseriert werden soll. Das negative Profil des Gingivasaums wird im Weichgewebeabschnitt des Ergänzungselements reproduziert und ist bei der virtuellen Planung am Computer gut visualisierbar (Abb. 14a). Der Behandler erhält auf diese Weise wertvolle Zusatzinformationen für die Planung der Einsetztiefe der Implantatschulter. Einteilige Röntgenschablonen können diese Informationen nicht reproduzieren, weil hier die vorhandenen Zähne (insbesondere wenn sie unpräpariert bleiben) eine gut anliegende Passung am Gingivasaum verhindern (Abb. 14b).

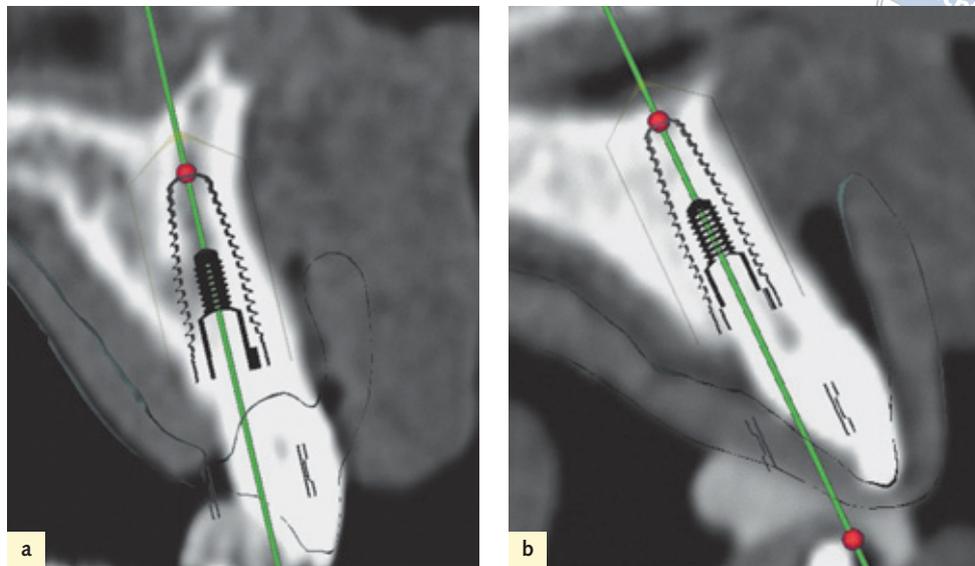


Abb. 14a und b Geplantes Implantat in Extraktionsalveole. Mit der zweiteiligen Röntgenschablone lässt sich der Verlauf der Gingiva im Verhältnis zum Knochen visualisieren (a). Die einteilige Schablone führt zum Verlust der Information über den bukkalen Gingivaverlauf (b).

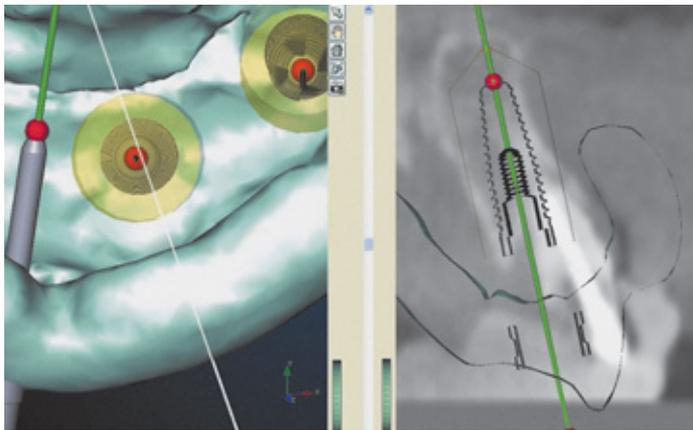


Abb. 15a In der zweiteiligen Röntgenschablone finden die Führungshülsen vollständige Verankerung im Kunststoffmaterial.

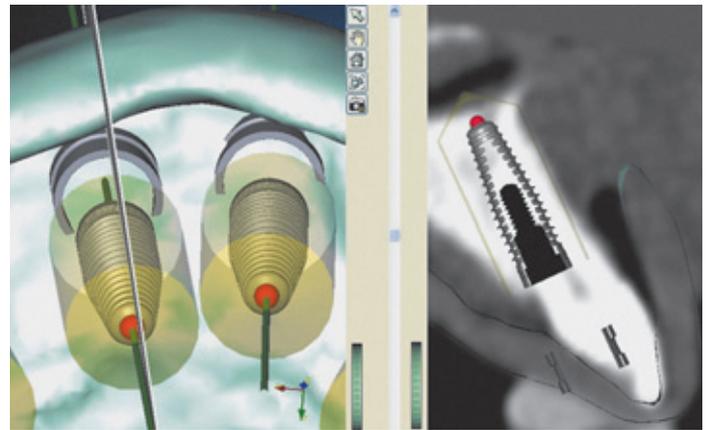


Abb. 15b Die einteilige Schablone ermöglicht keine ausreichende Verankerung der Führungshülsen.

Ein weiterer Vorteil der zweiteiligen Röntgenschablone ist die massive Ausführung des Ergänzungselements. Auf diese Weise finden die Führungshülsen in der chirurgischen Schablone eine adäquate Verankerung. Deren vollständige Einbettung sorgt für einen festen Halt innerhalb der bestehenden Struktur der chirurgischen Schablone (Abb. 15a). Einteilige Schablonen müssen die im Mund noch vorhandenen Zähne umgehen, sodass zur Aufnahme der Führungshülsen in den allermeisten Fällen zu wenig Material zur Verankerung vorhanden ist (Abb. 15b). Dies wiederum führt zu Einschränkungen bei der Herstellung der chirurgischen Schablone

und kann gar zu Schablonenbrüchen während des chirurgischen Eingriffs führen.

Da sich die beiden Teile der Röntgenschablone problemlos zusammensetzen lassen, können die beiden CT-Aufnahmen (eine vom Patienten und eine von der zusammengesetzten Röntgenschablone) ohne Modifikationen und weiteren Zeitverlust unmittelbar nacheinander durchgeführt werden.

Die Abbildungen 16 bis 20 illustrieren eine Behandlung, die mit der vorgestellten Methode der Sofortbelastung von Sofortimplantaten in frischen Extraktionsalveolen geplant wurde.



Abb. 16 Ausgangssituation mit Provisorium auf natürlichen Zähnen.



Abb. 17 Fertige Wachmodellation der gewünschten Zahnpositionen mit aufgesetzter Basisplatte der Röntgenschablone.

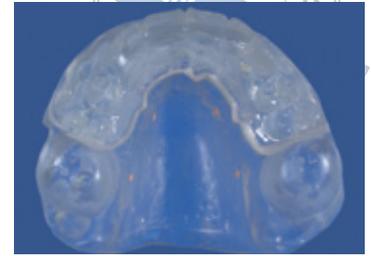


Abb. 18 Komplettierte zweiteilige Röntgenschablone.



Abb. 19 Zustand nach dem Einbringen provisorischer Abutments auf die Sofortimplantate.



Abb. 20 Brückenprovisorium, eingegliedert sofort nach dem Einkleben auf den provisorischen Abutments.

Zusammenfassend bietet die neue zweiteilige Röntgenschablone folgende Vorteile:

1. Sie passt sich gut an die Schleimhaut an und sorgt somit für eine gute intraorale Stabilität der nachfolgenden chirurgischen Schablone.
2. Sie umfasst – unabhängig von den vorhandenen nichterhaltungswürdigen Zähnen – die korrekte Position der definitiven Zähne.
3. Sie reproduziert den Gingivasaum rund um die Zähne.
4. Sie sorgt für eine optimale Verankerung der Führungshülsen ohne Einschränkungen bei der Herstellung der chirurgischen Schablone.

Lappenlose Eingriffe nach Zahnextraktionen lassen sich mit dieser Methode einfach und genau planen. Der Wunsch des Patienten nach einem sofortigen und problemlosen Übergang von der nichterhaltungswürdigen Restbeziehung hin zu stabilem implantatgetragenen Zahnersatz lässt sich innerhalb weniger Stunden erfüllen.

■ Danksagung

Die Autoren danken Pentade und Notodent Dental Laboratories für ihre technische Arbeit und Dr. Carlo Raimondo für seine Hilfe beim Verfassen des Manuskripts.

■ Literatur

1. Brånemark P-I, Zarb G, Albrektsson T. Tissue-Integrated Prosthesis. Osseointegration in Clinical Dentistry. Chicago: Quintessence, 1985.
2. Carlsson GE, Haraldson T. Fundamental aspects of mandibular atrophy. In: Worthington P, Brånemark P-I (eds). Advanced Osseointegration Surgery: Application in the Maxillofacial Region. Chicago: Quintessence 1992;109-118.
3. Becker W, Becker BE, Polizzi G, Bergstrom C. Autogenous bone grafting of bone defects adjacent to implants placed into immediate extraction sockets in patients: A prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 1994;9:389-396.
4. Grunder U, Polizzi G, Goené R, et al. A 3-year prospective multicenter follow-up report on the immediate and delayed immediate placement of implants. Int J Oral Maxillofac Implants 1999;14:210-216.
5. Polizzi G, Grunder U, Goené R, et al. Immediate and delayed implant placement into extraction sockets: A 5-year report. Clin Implant Dent Relat Res 2000;2:93-100.

6. Kann J, Rungcharassaeng K, Lozada J. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:31-39.
7. Malò P, Friberg B, Polizzi G, Gualini F, Vighagen T, Rangert B. Immediate and early function of Brånemark system implants placed in the esthetic zone: A 1-year prospective clinical multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5(Suppl 1):37-46.
8. Vanden Bogaerde L, Rangert B, Wendelhag I. Immediate/early function of Brånemark system TiUnite implants in fresh extraction sockets in maxillae and posterior mandible: An 18-months prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;5(Suppl 1):121-130.
9. Van Steenberghe D, Naert I, Andersson M, Brajnovic I, van Cleynenbreugel J, Suetens P. A custom template and definitive prosthesis allowing immediate implant loading in the maxilla: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:663-670.
10. Van Steenberghe D, Ericsson I, van Cleynenbreugel J, Schutyser F, Brajnovic I, Andersson M. High precision planning for oral implants based on 3D-CT scanning. A new surgical technique for immediate and delayed loading. *Appl Osseointegration Res* 2004;4:27-31.
11. Marchack CB. CAD/CAM-guided implant surgery and fabrication of an immediately loaded prosthesis for a partially edentulous patient. *J Prosthet Dent* 2007;97:389-394.
12. Van Steenberghe D, Glauser R, Blombäck U, et al. A computed tomographic scan-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae: A prospective multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;5(Suppl 1):S111-S120.
13. Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. Surgical planning and prosthesis construction using computer technology and medical imaging for immediate loading of implants in pterygomaxillary region. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:239-247.
14. Malò P, de Araujo Nobre M, Lopes A. The use of computer-guided flapless implant surgery and four implants placed in immediate function to support a fixed denture: Preliminary results after a mean follow-up period of 13 months. *J Prosthet Dent* 2007;97(suppl):S26-S34.
15. Carlsson GE, Persson G. Morphologic changes of the mandible after extraction and wearing of dentures. A longitudinal, clinical, and x-ray cephalometric study covering 5 years. *Odontol Rev* 1967;18:27-54.
16. Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: A mixed longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent* 1972;27:120-132.

Implant Treatment Planning in Fresh Extraction Sockets: Use of a Novel Radiographic Guide and CAD/CAM Technology

KEYWORDS *CT scan, flapless surgery, fresh extraction sockets, guided surgery, immediate function, immediate implant insertion, radiographic guide*

Diagnosis and implant treatment planning in cases where hopeless teeth need to be extracted and immediately replaced with implants are more difficult and challenging than a standard multistage approach. Software and CAD/CAM technologies are becoming increasingly common to help clinicians in their practices. They use data from CT scans of the patient and of a radiographic guide for virtual implant treatment planning on a computer and the successive production of a surgical template, which will facilitate surgery and enable fabrication of a prosthesis to be delivered immediately. These procedures, however, are well-established only for patients who are already edentulous in the area to be treated; they are difficult to apply to a patient whose desire is to keep the hopeless dentition until the day of implant surgery to avoid having to wear a removable partial or complete denture. This article describes the advantages and the technique for fabrication of a novel 2-piece radiographic guide that, in conjunction with CAD/CAM technology, will help clinicians in the diagnosis and implant treatment planning of patients who want to retain their teeth until surgery.