

Vierdimensional rückwärts geplant

Temporäre Implantatbrücke
mit digital erstellter Weichgewebsmaske

Ein Beitrag von Dr. Frank E. Spiegelberg, Frankfurt am Main, und Ztm. Christoph Buhl, Weinheim



Interaktive Lerneinheit
mit zwei Fortbildungspunkten nach den
Richtlinien der BZÄK-
DGZMK unter
www.dental-online-
community.de

Der Nutzen digitaler Techniken bei implantatprothetischen Behandlungen ist nicht immer unmittelbar ersichtlich. Außerdem erfordert das Thema eine intensive Beschäftigung mit der Materie. Viele Zahnärzte und Chirurgen halten daher an konventionellen Abläufen fest oder beschränken sich auf einzelne Bausteine in der Prozesskette. So wird zum Beispiel in vielen Fällen nur eine computergestützte Röntgenaufnahme und eine CAD/CAM-Restauration erstellt. Doch wirklich sinnvoll wird das navigierte Implantieren erst durch die konsequente digitale Verknüpfung von chirurgischem und prothetischem Vorgehen.

Indizes: computergestützte Planung, festsitzendes Gingivamodell, geführte Implantation, SimPlant, Sofortprovisorium, zahnloser Oberkiefer

In der Implantatprothetik werden digitale Planungs- und Fertigungssysteme immer weiter vernetzt. Ziel dieser Integration ist es, Arbeitsabläufe zu vereinfachen und das klinische Ergebnis voraussagbar zu machen. Durch eingebaute Sicherheitsmerkmale – zum Beispiel Warnsignale bei falsch geplanten Implantaten oder Dimensionskontrolle von Verbindern – wird die Behandlung sicherer und für alle Seiten besser kalkulierbar. Eine exakte, computergestützte Planung erhöht die Präzision der Implantation signifikant [1]. Auch ästhetisch und funktionell bringt das Vorgehen einen Mehrwert. Die konsequent nach prothetischen Vorgaben geplante Implantatposition (Rückwärtsplanung) führt zu reproduzierbaren sowie ästhetisch und funktionell optimalen Ergebnissen [2, 3]. Zugleich können implantatprothetische Arbeitsabläufe effizient werden. Die Anzahl der Sitzungen werden bei einer guten Planung minimiert, chirurgische Eingriffe vermieden und die Pa-

tienten entlastet. So kann durch eine gezielte Auswahl der Implantatpositionen häufig auf Augmentationen verzichtet werden. Unter bestimmten Voraussetzungen kann transgingival implantiert werden, wodurch das postoperative Trauma deutlich reduziert wird [4].

1. Der aktuelle Stand

Die heute erhältlichen Planungsprogramme sind – mit wenigen Ausnahmen – mit allen relevanten Implantatsystemen kompatibel sowie umgekehrt. Bohrschablonen werden entweder zentral vom Implantathersteller oder Anbieter der Planungssoftware geliefert beziehungsweise im zahntechnischen Labor/Fräszentrum mit spezieller Ausrüstung hergestellt. Bei den modernen Implantatsystemen ist die geführte Implantation meistens integriert. Offene Systeme arbeiten mit abgestimmten Bohrerführungen, die unabhängig vom Schablonensystem einsetzbar sind. Je nach Anbieter sind zusätzlich Bohrstopps für Aufbereitungsinstrumente erhältlich, die eine definierte vertikale Implantatposition sicherstellen. Bei anderen Systemen erfolgt die Tiefenkontrolle über Lasermarkierungen, die eine intraoperative Anpassung der Implantatposition erlauben. Wichtig ist eine durchdachte Sequenz und sinnvolle Konstruktion aller Komponenten. Diese sollten mögliche Abweichungen vom erwarteten chirurgischen Ablauf berücksichtigen.

1.1 Datenabgleich

Ist nur ein begrenztes Volumen an Knochen vorhanden oder die geplante Versorgung umfangreich, so sollte eine volumetomografische Röntgenuntersuchung (DVT) erfolgen. Die daraus gewonnenen Daten geben ausreichend genauen Aufschluss über die Situation. Je nach Gerät, Dosiseinstellung und radiologischer Markierungsmethode lassen sich das Knochenangebot und die Weichgewebdicke abschätzen [5]. Die ermit-

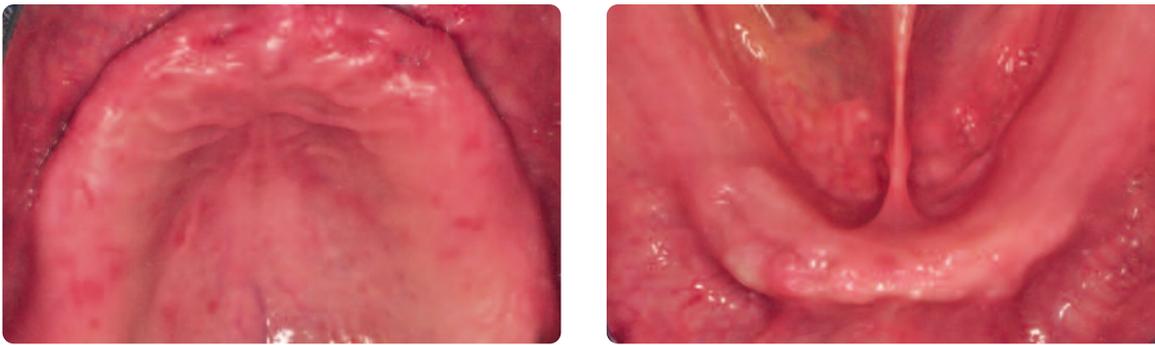


Abb. 1 und 2 Ausgangssituation: Es soll eine implantatgetragene Versorgung im Ober- und Unterkiefer realisiert werden. Die Schleimhäute sind durch das Tragen der Interimsprothesen vor allem im Oberkiefer gereizt

telten Werte geben jedoch nur einen Anhaltspunkt, der in der Regel nicht für die Berechnung des Durchtrittsprofils definitiver Bauteile geeignet ist [6].

Ein neuer vielversprechender Weg ist der Abgleich computertomografischer Informationen mit Daten, die durch das Einscannen von Modellen oder durch intraorale Scans gewonnen wurden. Datensätze aus beiden Quellen können in der Planungssoftware „gematcht“ (abgeglichen) werden. Sie ermöglichen eine präzise Darstellung und Vermessung der Weichgewebisdicke [7]. Da die Abmessungen der meisten Implantatsystem in der Planungssoftware hinterlegt sind, können sie gut in die Planung integriert werden. Ein komplett digitaler Workflow wird jedoch leider dadurch verhindert, dass die digitalen Informationen der CAD/CAM-Klebeabutments fehlen. Diese Daten werden von vielen Herstellern nicht freigegeben [8]; die Wertschöpfung aus den daraus resultierenden Restaurationen soll im eigenen Hause bleiben. Die gematchten Datensätze lassen sich zum Beispiel nutzen, um implantatgetragene Sofortprovisorien herzustellen [8, 9].

1.2. Effizienter Arbeitsablauf

Das Modell und ein Wax-up vom geplanten Provisorium werden im Labor gescannt. Zusammen mit den DVT-Datensätzen dienen die Scan-Daten als Grundlage für die digital erstellte Bohrschablone. Diese wird zusammen mit einem stereolithografisch erzeugten Knochenmodell vom Fertigungszentrum an das Labor gesandt, wo der Zahntechniker ein prothetisch geplantes Sofortprovisorium erstellt [9, 10]. Die Weichgewebisdicke wird bei diesem Vorgehen nur indirekt berücksichtigt. Mit dem neuen Verfahren ist es möglich, das Provisorium im Labor an die tatsächlichen Weichgeweb dimensions anzupassen [11]. Hierzu werden zusammen mit der stereolithografisch erzeugten Bohrschablone ein separates Knochenmodell und eine Silikon-Gingivamaske (Gingivamodell) mit realistischer Schichtdicke geliefert. Beide

Modelle werden aus den Datensätzen des CT oder DVT und der separat gescannten Scanprothese erstellt. Bei vorhandener Restbeziehung kann die Computertomografie (CT) mit einem Modell-Scan oder einem intraoralen Scan gematcht werden. Die Methode ermöglicht es, ein Sofortprovisorium unter Verwendung realistischer Weichgewebismodelle herzustellen. Diese sind mit bisher üblichen Gingivamasken nicht vergleichbar.

1.3. Zentral gefertigtes Provisorium

Ein weiterer Schritt zum komplett digitalen Workflow ist die Produktion des Provisoriums bei einem zentralen Dienstleister. Das Werkstück wird auf Wunsch zusammen mit den stereolithografischen Knochen- und Weichgewebismodellen geliefert, ist aber auch separat erhältlich. Die temporären Abutments können im Labor vorbereitet oder direkt im Mund angepasst werden. Das gilt ebenso für das stereolithografisch erstellte Provisorium, welches als Sofortversorgung sowie für die verzögerte Belastung verwendbar ist. Die Methode lässt sich je nach Bezeichnung mit zahn-, knochen- oder schleimhautgelagerten Bohrschablonen und mit einer Reihe von Systemen für die geführte Implantologie kombinieren. In unserem Patientenbeispiel wurde ein zahnloser Oberkiefer mit einem implantatgestützten Sofortprovisorium versorgt. Dieses wurde auf Basis eines Doppelscans digital erstellt.

2. Patientenfall

Bei einem 70-jährigen Patienten ohne anamnestische Auffälligkeiten mussten die verbleibenden Zähne im Ober- und Unterkiefer aus parodontalen Gründen extrahiert werden (Abb. 1 und 2). Der Patient wünschte eine festsitzende Versorgung. Eine Augmentation sollte vermieden und die Zahl chirurgischer Sitzungen reduziert werden. Da das Knochenangebot begrenzt war, entschieden wir uns für eine computergestützte Planung – Oberkiefer: festsitzende Brücke; Unterkiefer: Stegprothese.



Abb. 3 Wachseinprobe: Die vorgenommene Relationsbestimmung und die dublierte Wachsaufstellung dienen als Grundlage ...



Abb. 4 ... für prothetisch korrekt erstellte Scan-Prothesen, in die jeweils sechs röntgenopake Glaskugeln polymerisiert werden (jeweils 4 bukkal und 2 oral)

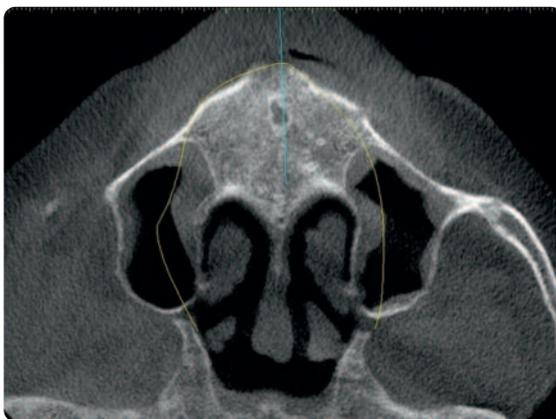


Abb. 5 Die feine gelbe Linie in der axialen DVT-Projektion entspricht der Panoramakurve des Kieferkamms. Entlang dieser Linie wurde die DVT-basierte Panoramama-Ansicht erstellt

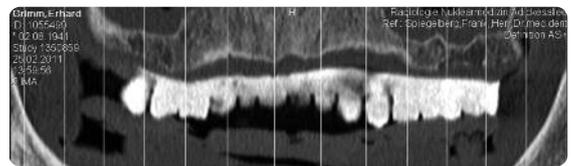


Abb. 6 Die Panorama-Ansicht zeigt eine geringe Knochenhöhe im posterioren Bereich. Um eine Sinusboden-Augmentation zu vermeiden, soll nur im anterioren Bereich implantiert werden

Für die im Folgenden beschriebene Oberkieferversorgung sollte auf Basis der Scandaten ein Sofortprovisorium zeitgleich mit der Bohrschablone geliefert werden.

Während der Heilungsphase trug der Patient seine vorhandenen, jedoch modifizierten (erweitert, unterfüllt) Modellgussprothesen. Nachdem die Extraktionswunden vollständig abgeheilt waren, konnten wir wie gewohnt eine Wachseinprobe mit Relationsbestimmung vornehmen (Abb. 3). Der Techniker dublierte die Wachsaufstellung und fertigte eine Scanprothese mit radiopaken Zähnen. Integrierte Glaskugeln dienten später als Bezugspunkte für den Abgleich (Matchen) mit dem tomografischen Bild in der Planungssoftware (Abb. 4). In einer radiologischen Facharztpraxis wurde der sogenannte Doppel-Scan vorgenommen: Zunächst erfolgte ein Scan vom Patienten mit eingesetzter Scanprothese und danach ein separater Scan mit der Prothese. Die entsprechenden Datensätze wurden direkt an das Fertigungszentrum übermittelt, so dass die realen Modelle und die Scanprothese im Labor verbleiben konnten.

Die Röntgenaufnahmen der Ausgangssituation

zeigten deutlich, dass nur im anterioren Bereich (Region 14 bis 24) implantiert werden konnte (Abb. 5 und 6). Die geringe Knochenhöhe distal der ersten Prämolaren hätte beidseitig eine Sinusbodenaugmentation erfordert. Die DICOM-Datensätze aus dem DVT wurden in ein STL-Format konvertiert und in die Planungssoftware importiert. In den unterschiedlichen DVT-basierten und dreidimensionalen Ansichten ließen sich Implantate und Fixierungsschrauben für die Bohrschablone nach Maßgabe des vorhandenen Knochens planen (Abb. 7 und 8). Als hilfreich erwies sich die transparente Darstellung, die eine Gesamtansicht aller Komponenten ermöglicht. Da eine Augmentation unbedingt vermieden werden sollte, wurden die abweichenden Implantatachsen bewusst in Kauf genommen.

2.1. Sofortprovisorium

Nachdem die Bohrschablone am Bildschirm geplant war, konnten die Daten an das Fertigungszentrum versandt werden (Abb. 9). Von dort erhielten wir die Bohrschablone sowie ein zweiteiliges, stereolithografisch erzeugtes Modell, das Knochen und Weichgewebe in realistischem Verhältnis wiedergibt. Die aus Silikon angefertigte Gingivamaske entspricht der realen Weichgewebisdicke. Auch das aus Polymethylmethakrylat (PMMA) hergestellte temporäre Sofortprovisorium wird mitgeliefert (Abb. 10); optional ist das Provisorium ohne Knochen- und Gingivamodell erhältlich. Die provisorische Brücke wurde von den Experten im Fertigungszentrum so gestaltet, dass basal noch rosafarbener Kunststoff angetragen werden konnte (s. Abb.

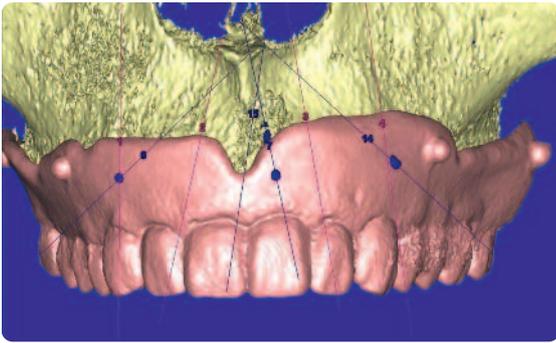


Abb. 7 Die Daten aus DVT und separatem Prothesenscan werden in das Planungsprogramm importiert und mit der Knochen-darstellung gematcht. Die Achsen von Implantaten (rot) und Fixierungsschrauben (blau) für die Bohrschablone sind festgelegt

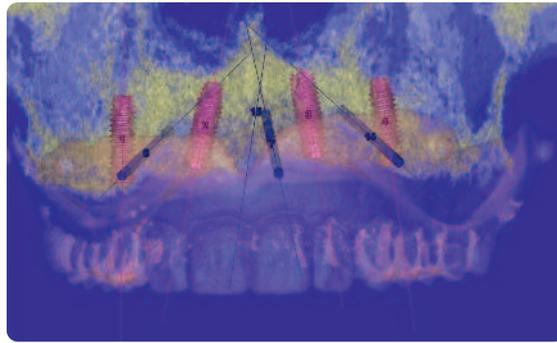


Abb. 8 Mithilfe der Software lassen sich Knochen und Prothese halb transparent darstellen. So können die Implantatpositionen im Verhältnis zur prothetischen Versorgung in der 3D-Rekonstruktion beurteilt werden

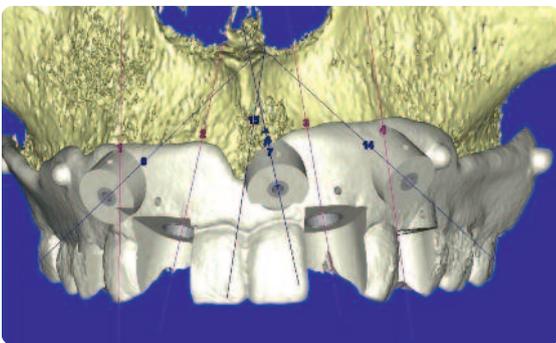


Abb. 9 Planung der Bohrschablone: Die Bohrhülsen werden anhand der Achsen von Implantaten und Befestigungspins festgelegt



Abb. 10 Die stereolithografisch hergestellte temporäre Sofortversorgung besteht aus PMMA und enthält Bohrungen zur Aufnahme der temporären Abutments



Abb. 11 und 12 Die Modellanalogue werden mit den zugehörigen Bauteilen und dem Einbringschlüssel durch die Bohrschablone in das Knochenmodell inseriert

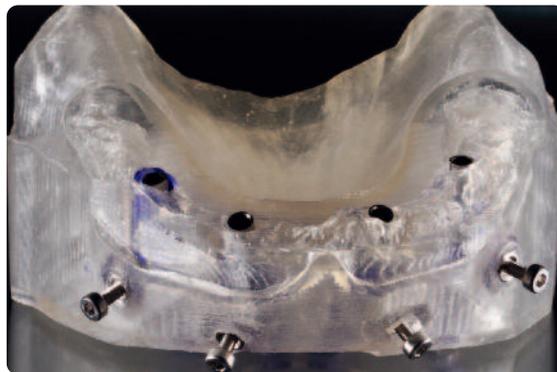


Abb. 13 Um eine exakte Achsrichtung nicht kongruenter Modellanalogue sicherzustellen, werden diese mit lichterhärtendem Kunststoff und zusätzlich mit externen Schrauben fixiert

16). Dies war notwendig, weil der Kieferkamm bereits relativ stark resorbiert war. Die röhrenförmigen Ausparungen für die temporären Abutments mussten eine umlaufende Toleranz von zirka 0,4 Millimeter aufweisen.

Vor der Insertion der Implantate am Patienten, wurden die passenden Laboranalogue mit der Bohrschablone in die vorgesehenen Implantatbetten im Knochenmodell implantiert (Abb. 11 bis 13). Die Fixierung erfolgte mit

seitlichen Schrauben, welche mit einem speziellen Schlüssel vorsichtig eingedreht wurden. Da ein Laboranalog in der Regel nicht exakt zylindrisch ist, hat es im Implantatbett ein gewisses Spiel. Für eine achsengerechte Position wurden die Laboranalogue daher beim Einbringen über die Bohrschablone zusätzlich mit Kunststoff fixiert. Als Tiefenkontrolle half beim verwendeten Implantatsystem eine Lasermarkierung auf dem Einbringschlüssel. Für die Herstellung der temporären Abutments dienten die Repositions-Übertragungsauf-

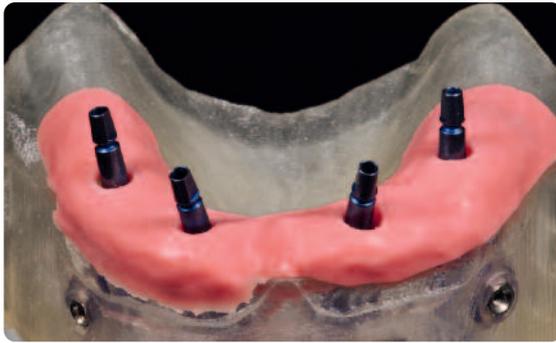


Abb. 14 Als temporäre Abutments dienen Pfosten für die Repositions-Abformung. Die Gingivamaske ergänzt das Knochenmodell und erlaubt es, bei der Gestaltung des Provisoriums die Weichgewebisdicke zu berücksichtigen

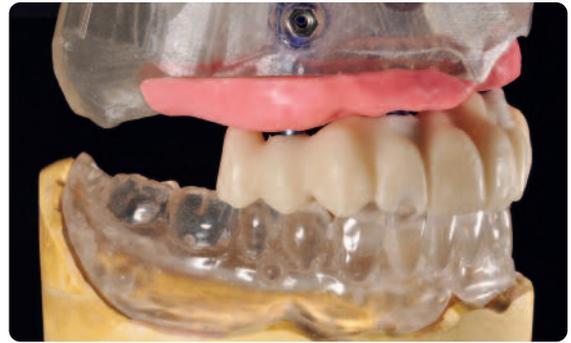


Abb. 15 Die auf die Laboranaloge gesetzte Sofortversorgung wird vor dem Individualisieren in den Artikulator gesetzt



Abb. 16 Vor der Eingliederung wird das Abutment in regio 12 mit Komposit in die Sofortversorgung polymerisiert. Die Schächte für die übrigen drei Aufbauten werden für die intraorale Verklebung erweitert

bauten (Abb. 14). Diese wurden sandgestrahlt, mit einem Metal Primer konditioniert und mit Opaker bestrichen. Über ein mitgeliefertes Prothesendublikat, welches exakt auf das Knochenmodell passt, war das präzise Übertragen der Situation möglich. Die Abbildung 15 zeigt das fertige, auf den Abutments fixierte Provisorium. Damit der Patient während der Heilungsphase ästhetisch ansprechend versorgt war, verblenden wir die Brücke mit rosafarbenem Kunststoff und individualisierten die Zähne (Abb. 16). Für das optimale Ergebnis ist es wichtig, beim Eingliedern eine reproduzierbare vertikale Position zu erhalten. Deshalb polymerisierten wir das temporäre Abutment an Position 12 in das Provisorium (s. Abb. 16). Für dieses Abutment entschieden wir uns, da das entsprechende Implantat intraoral am besten zugänglich war und sich somit das Provisorium auch bei begrenzter Mundöffnung vor dem intraoralen Verkleben gut einprobieren und wieder entfernen ließ. Da die übrigen Implantatachsen untereinander aus den zuvor genannten Gründen nicht parallel waren, erweiterten wir für die intraorale Verklebung die vorgesehenen Hohlräume an den Positionen 14, 22 und 24 minimal. Das Ergebnis dieses Vorgehens ließ sich anhand der Modelle exakt prüfen.

2.2. Implantation und Sofortversorgung

Die Implantationen im Oberkiefer erfolgten zirka fünf Monate nach den Extraktionen. Die Bohrschablone wurde mithilfe des chirurgischen Schlüssels eingesetzt und mit Knochenschrauben fixiert (Abb. 17). Da ausreichend fixiertes Weichgewebe vorhanden war, ließ sich der Zugang zum Knochen mithilfe einer Gingivastanze durch die Bohrschablone herstellen (Abb. 18). Es folgte die Standard-Aufbereitungssequenz des Implantatsystems bis zu dem Durchmesser 3,25 mm (Abb. 19). Hierfür verwendeten wir die entsprechenden Bohrschlüssel. Die Tiefenkontrolle erfolgte ohne Bohrstopp mithilfe von Lasermarkierungen auf dem Instrument (Abb. 20). Da das bukkale Knochenniveau niedriger war als das palatinale, wurde es mit einem Schulterfräser etwas egalisiert (Abb. 21). Auf diese Weise lässt sich eine weit koronale Position der Implantat-schulter vermeiden und die ästhetische Wirkung der definitiven Restauration verbessern. Der harte Knochen erforderte in diesem Fall zusätzlich einen Gewindeschnitt. Die empfohlene Schnitt-Tiefe von 50 Prozent des Implantatbetts wird durch die in der Bohrschablone eingestellte Elongation und eine Lasermarkierung auf dem Gewindeschneider sichergestellt.

Nach der vollständigen Aufbereitung inserierten wir die Implantate (Durchmesser der Plattform jeweils 4,2 mm, Länge jeweils 13,0 mm) (Abb. 22). Es folgten einige manuelle Umdrehungen (mit dem Deckel der Implantatverpackung als Einbringhilfe) und dann die Verwendung der Handratsche. Das finale Drehmoment lag zwischen 35 und 40 Ncm, was einer guten Primärstabilität entspricht. Die für die temporäre Versorgung mitgelieferten Einbringpfosten konnten wegen der geringen Bauhöhe nicht für das Sofortversorgung verwendet werden. Die Einbringpfosten sind bei Versorgung mit geringerer vertikaler Distanz, zum Beispiel parallelen Unterkieferimplantaten, sehr gut geeignet.

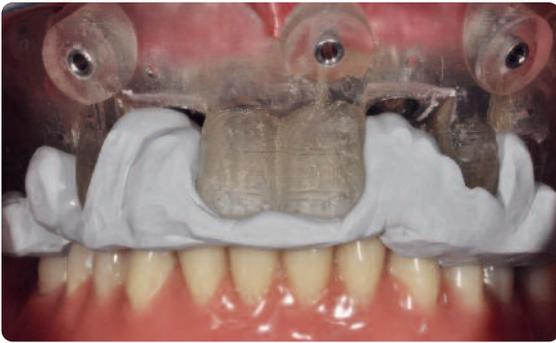


Abb. 17 Zur exakten Positionierung der Bohrschablone wird diese mit einem Schlüssel aus Hartsilikon eingesetzt und im Kiefer verschraubt



Abb. 18 Da ausreichend befestigte Gingiva vorhanden ist, kann der Zugang zum Knochen maschinell mithilfe einer Gingivastanze erfolgen



Abb. 19 Führung und Tiefenkontrolle während der Aufbereitung werden durch eingesteckte Bohrerführungen entsprechenden Durchmessers gewährleistet)



Abb. 20 Da der bukkale Knochenrand weiter apikal liegt als der palatinale, wird das Implantatbett mit einem Countersink-Bohrer (Durchmesser 4,0 mm) abgesenkt



Abb. 21 Wegen des relativ harten Knochens muss abschließend der passende Gewindeschneider angewendet werden



Abb. 22 Das Implantat wird mit den Einbringpfosten und der Einbringhilfe eingebracht. Die Primärstabilität von 35 Ncm genügt für die geplante Sofortversorgung

2.3. Eingliederung

Anstelle der Einbringpfosten verschraubten wir die drei nicht einpolymerisierten, temporären Abutments für die Einprobe im Mund; dies zunächst nur handfest (Abb. 23). Nachdem sichergestellt wurde, dass die Einschubrichtung stimmte und die Aufbauten keiner okklusalen Belastung ausgesetzt waren, konnten das Sofortprovisorium mit den Abutments verbunden werden (Abb. 24). Hierfür diente ein Komposit. Die Abutments wurden mit dem Bonder des Kompositsystems beschickt und in die Hohlräume mit einer Applikationskanüle dünnfließendes selbsthärtendes Komposit eingebracht. Das Provisorium wurde gelöst und die verbleibenden Spalträume mit Komposit aufgefüllt. Nach der Aushärtung konnte die Brücke ausgearbeitet und poliert werden (Abb. 25). Die Abbildung 26 zeigt das eingegliederte Sofortprovisorium. Eine anschließende Röntgenkontrolle gab uns die Sicherheit eines spaltfreien Sitzes der Abutments auf den subkrestal positionierten Implantatschultern. Das Proviso-

rium wird auf dem Röntgenbild nur schattenhaft dargestellt. Grund hierfür ist die geringe Röntgenopazität des PMMA-Materials (Abb. 27).

Nach der Eingliederung musste der Patient das Sofortprovisorium etwa sechs Wochen „schonen“, es durfte also nur weiche Nahrung aufgenommen werden. Zirka vier Monate später konnten wir mit der implantatgetragenen Unterkieferversorgung beginnen.

3. Diskussion

Der Nutzen digitaler Techniken bei implantatprothetischen Therapien erfordert eine intensive Beschäftigung mit der Materie. Viele Zahnärzte und Chirurgen halten an konventionellen Abläufen fest oder beschränken sich auf einzelne Bausteine entlang der Prozesskette. So wird zum Beispiel in vielen Fällen nur eine computergestützte Röntgenaufnahme und eine CAD/CAM-Restaurations erstellt – ohne konsequente digitale Verknüpfung von chirurgischen und prothetischen Vor-



Abb. 23 und 24 Drei der vier Abutments werden auf den Implantaten verschraubt. Das bereits einpolymerisierte Abutment stellt beim Verkleben mit Komposit die korrekte dreidimensionale Position sicher



Abb. 25 Nach dem Aushärten des Komposits wird das Provisorium entfernt. Verbleibende Hohlräume werden mit zusätzlichem Komposit gefüllt und die Oberflächen poliert.



Abb. 26 Nach dem Verschrauben werden die Schraubenkanäle mit Komposit verschlossen. Das Sofortprovisorium schließt gut mit den Weichgeweben ab

gehen. Außerdem wird zum Teil noch immer häufig ohne Bohrschablonen implantiert. Die höhere Genauigkeit einer schablonengeführter Implantation im Vergleich zu dem freihändigen Verfahren ist jedoch klinisch nachgewiesen [1].

Bis heute funktionieren nur wenige computergestützte Systeme durchgehend digital. Beim dem im beschriebenen Patientenfall verwendeten Planungs- und Implantatssystem wird die Bohrhülse direkt aus der Knochenposition des Implantats in der Software berechnet. Eine nicht korrekt sitzende Scanprothese kann daher nur zu einer prothetischen Abweichung führen, nicht zu einem falsch präparierten Implantatbett [2]. Bei laborgestützten Systemen werden die Bohrhülsen dagegen auf Basis der Scanprothese gesetzt, so dass Fehler im CT/DVT chirurgische Probleme nach sich ziehen können. Insofern stützt sich die prothetische Rückwärtsplanung auf eine zuverlässige chirurgische Basis.

3.1. Flexible Implantationstiefe

Die verwendete Hardware für die geführte Chirurgie ist softwareunabhängig. Sie kann mit zentral- oder im Labor hergestellten Bohrschablonen eingesetzt werden. Die Implantate werden zwar immer exakt achsengerecht eingebracht, aber der Chirurg hat bezüglich der vertikalen Position etwas Spielraum. So kann



Abb. 27 Im Kontrollröntgenbild zeigen sich eine relativ weit subkrestale Position der Implantatschulter und eine spaltfreie Passung der Abutments auf den Implantaten.

die Implantatschulter bei einer bukkal und oral unterschiedlicher Knochenhöhe tiefer gesetzt werden; vorausgesetzt die anatomischen Sicherheitsabstände erlauben dies. Aus diesem Grund tragen alle Instrumente anstelle eines mechanischen Bohrstopps eine Lasermarkierung. Die korrekte Achsrichtung wird unabhängig davon gesichert, dass zum Beispiel der Gewindeschneider zunächst selbstzentrierend arbeitet und bei Erreichen einer definierten Bohrtiefe von der Hülse konsequent geführt wird (vgl. Abb. 21).

Die verwendeten zylindrischen Implantate sind durch ihre spezielle Konstruktion gut für die Sofortbelastung geeignet. Hierfür sorgen laut Anbieter einerseits die

scharfen und ausladenden Gewindegänge mit geringer Steigung im Grundkörper, andererseits der konisch erweiterte Kern im krestalen Drittel, der eine dosiert erhöhte Kompression bewirkt [12]. Die Folge ist eine angenehme Zentrierfähigkeit bei reduziertem Drehmoment während der ersten Insertionsphase und eine relativ hohe Primärstabilität in der Endposition. Das zervikale Feingewinde weist die gleiche Gewindesteigung auf wie das apikale Hauptgewinde, so dass auch hier eine gute Verankerung erreicht wird. Der krestale Knochen soll durch eine leichte zervikale Verjüngung potenziell entlastet werden. Zusätzlich ist ein Platform-Switching realisiert. Der fehlende mechanische Bohrstopp des zugehörigen Implantationssystems hat den Vorteil, dass die Einbringtiefe des Implantats intraoperativ an die anatomische Situation angepasst werden kann.

3.2. Digitales Sofortprovisorium

Das direkt nach der Implantation verschraubte Provisorium wurde auf Basis digitaler Daten erstellt. Die provisorische Restauration kann zusätzlich zur Bohrschablonen geordert werden und lässt sich in Verbindung mit knochen- oder weichgewebsfixierten Bohrschablonen verwenden. Der Zeitpunkt der Belastung ist flexibel, so dass die temporäre Versorgung bei nicht ausreichender Primärstabilität eventuell später eingegliedert werden kann.

Der Ablauf der computergestützten Planung bleibt unverändert: Zunächst wird ein einfacher Scan des Patienten mit eingesetzter Scanprothese (radiopake Basis) oder ein Doppelscan mit und ohne Prothese vorgenommen (mit radiopaken Markern). Die Planung der Implantatachsen erfolgt auf der Basis der in die Software importierten Daten (s. Abb. 7 und 8). Das PMMA-Provisorium wird ebenfalls auf der Grundlage der Scanprothese erstellt. Ein zusätzliches Set-up dient nur als Orientierung der „virtuellen Zähne“ aus der entsprechenden Bibliothek. Diese sind in der Breite und Länge mit den Zähnen der Scanprothese identisch. Die Verwendung „virtueller Zähne“ führt zu glatten Oberflächen des stereolithografisch hergestellten Werkstücks. Unter Umständen ist die Zahnform bei diesem Vorgehen nicht immer optimal, kann jedoch bei ästhetisch hohen Ansprüchen – wie beschrieben – individualisiert werden. Im Laufe des Jahres 2012 soll die Bibliothek um ovale, quadratische und dreieckige Zahnformen erweitert werden. Bei Bedarf können die Zähne mithilfe der Software verlängert werden. Wenn dies aus ästhetischen Gründen nicht gewünscht ist, wird das Provisorium mit rosafarbenen Kunststoff optimiert (s. Abb. 16). Mit der Software lassen sich auch die optimalen Verbinder- und Wanddimensionen berechnen und eine

Fehlbelastung der Implantate durch eine geeignete Konstruktion vermeiden. Ein weiterer Vorteil des digital erstellten Provisoriums ist der konsequent computergestützte Arbeitsfluss, der im Idealfall ohne reales Wax-up oder Set-up und ohne Modell erfolgen kann. So wird bei der Abformung des Implantationsbereichs mit einem intraoralen Scanner das Provisorium auf Basis des entsprechenden STL-Datensatzes in Kombination mit den DVT-Daten erstellt. Bei einer konventionellen Abformung wird das Modell mit einem Laborscanner gescannt und die entsprechenden Daten können ohne physischen Versand des Modells an das Fertigungszentrum weitergeleitet werden [9]. In unserem Beispiel wurden die Modelle und eine Scanprothese zwar im Labor erstellt, aber nicht in das Fertigungszentrum versandt. Durch die eigenständige Freigabe der Planung konnte somit Zeit gespart werden.

3.3. Informationsgewinn durch Gingivamodell

Das auf Wunsch gelieferte zweigeteilte Modell optimiert den Informationsfluss zwischen Praxis und Labor. Das Weichgewebsmodell entspricht in seiner Dicke relativ genau der realen Situation, so dass der Zahntechniker eine gute Arbeitsgrundlage für die ästhetische Gestaltung erhält. Im Vergleich zu einer konventionellen Gingivamaske ist das ein wichtiger Schritt in Richtung anatomisch korrekte implantatprothetische Versorgung.

Um eine korrekte vertikale Relation zu erhalten, wird bei einer Versorgung des ganzen Kiefers ein Dublikat der Scanprothese mitgeliefert. Dieses passt genau auf das Knochen-Gingivamodell und erlaubt ein exaktes Einartikulieren. Damit das Provisorium im Mund sicher in vertikaler Position fixiert werden kann, wurde im Labor bereits ein temporäres Abutment einpolymerisiert und beim intraoralen Verkleben auf dem entsprechenden Implantat verschraubt. Für eine stabile Positionierung wurden zudem die temporären Aufbauten vor dem intraoralen Verkleben des Provisoriums auf den Implantaten verschraubt. Bei stark divergierenden Achsen sollte jedoch im Labor überprüft werden, ob dies nicht zu einer kritischen Schwächung des Provisoriums durch die notwendige Erweiterung der Hohlräume für die Abutments führt.

Je nach klinischer Situation und den Präferenzen des Prothetikers ist es möglich, die Aufbauten vor dem intraoralen Verkleben in die vorgesehenen Hohlräume des Provisoriums zu positionieren. Sie werden erst danach verschraubt und das Befestigungskomposit durch seitlich angebrachte Bohrungen injiziert [13]. Bei guter Parallelität der Implantate können als dritte Möglichkeit zwei zentrale Abutments verschraubt werden,

während die übrigen in das Provisorium gesteckt werden. Bei diesem Vorgehen kann vor der Eingliederung auf eine Erweiterung der Hohlräume für die temporären Aufbauten verzichtet werden. Dies stellt die korrekte Dimensionierung des Provisoriums sicher und verhindert mögliche Frakturen durch Überlastung.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die am Patientenbeispiel beschriebene Anfertigung der implantatgetragene Oberkiefer-Sofortversorgung erfolgte mit einem computergestützten Planungssystem, einem für hohe Primärstabilität optimierten Implantatsystem und einem digital erstellten Proviso-

rium. Letzteres wurde auf Basis der computergestützten Planung und einer Scanprothese konsequent digital geplant und erstellt. Die transgingivale Implantation und die Sofortversorgung verliefen erfolgreich, so dass der Patient wie geplant vom erhofften reduzierten Operationstrauma und einer geringen Anzahl von Sitzungen profitieren konnte. Das vorgestellte Verfahren ist ein weiterer Schritt in Richtung konsequent digitale Prozesskette, unter Berücksichtigung der Patientenbedürfnisse und einer prothetisch orientierten Implantologie. ■

Über die Autoren

Frank Spiegelberg (Jahrgang 1963) stammt aus Frankfurt am Main. Nach seinem Staatsexamen an der Justus Liebig Universität Gießen erhielt er im Jahr 1992 seine Approbation als Zahnarzt. Von 1993 bis 1997 war er als Weiterbildungsassistent für Oralchirurgie in verschiedenen Praxen und Kliniken tätig. Im Jahr 1997 erhielt Spiegelberg seine Anerkennung als Fachzahnarzt für Oralchirurgie und die Zertifizierung für den Tätigkeitsschwerpunkt Implantologie (BDZI). Von 1997 bis 1998 war er in einer Praxis für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie in Bad Homburg tätig und promovierte zum Dr. med. dent. an der Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt. Im Jahr 2000 ließ sich Spiegelberg in eigener Praxis für Oralchirurgie und Implantologie in Frankfurt nieder. Er ist seit 2003 Visiting Consultant im Sultan Dental Center, Tripolis, Libyen.



Christoph Buhl schloss im Jahr 1991 seine Ausbildung als Zahntechniker an der medizinischen Fachschule der Universität Leipzig ab. Danach arbeitete er in verschiedenen Dentallaboren in allen Bereichen seines Berufs. Er nahm an zahlreichen Fort- und Weiterbildungen bei namenhaften Referenten teil. Im Jahr 2005 absolvierte er in Freiburg im Breisgau erfolgreich seine Meisterprüfung. Seither ist Buhl selbstständig in einem Labor in Hepenheim tätig.



Korrespondenz-adressen

Dr. Frank Spiegelberg
Schillerstraße 26
60313 Frankfurt
praxis_spiegelberg@gmx.de

Ztm. Christoph Buhl
Bachgasse 42
69469 Weinheim
christophbuhl@aol.com

Literatur beim Verfasser oder im Internet unter www.teamwork-media.de in der linken Navigationsleiste unter „Journale Online“.



Produktliste

Röntgenopaker Kunststoff für Scan-Prothese
Transparenter Kunststoff für Scan-Prothese
Marker für Scan-Schablone
Digitaler Volumetomograph
Implantatplanungs-Software
Knochen- und Weichgewebsmodelle
Prothesenduplikat
Bohrschablone
Bohrhülsen
Guided Surgery Bohrschlüssel
Verschlüsselungsmaterial für Bohrschablone
Implantatsystem
Kunststoff zum Fixieren der Modellanaloge
Temporäre Abutments
Primer für Opakisierung
der temporären Abutments
Bonder und Opaker für temporäre Abutments
Temporäre festsitzende Restauration (SLA)
Rosafarbener Individualisierungskunststoff für SLA-Provisorium
Individualisierungskunststoff für die Zähne des SLA-Provisoriums
Komposit für die intraorale Verklebung
Komposit für die intraorale Korrektur der Schneidekanten

Acryline x-ray
Acryline clear
Dual Scan Marker
CB-500
SimPlant 11

Immediate Smile
Safe SurgiGuide
SIC Guided Surgery
Bohrerführungen
R-SI-Line Metal-Bite
SICmax
Visio Form
SIC Übertragungsaufbau

Metal Primer
Sinfony
Immediate Provisional

Aesthetic

New Outline
Sinfony

Solidex

anaxDent
anaxDent
Materialise Dental
Gendex
Materialise Dental

Materialise Dental
Materialise Dental
SIC invent
SIC invent
R-dental
SIC invent
3M Espe
SIC invent

GC Europe
3M Espe
Materialise Dental

Candulor

anaxDent
3M Espe

Shofu

Literatur

- [1] Nickenig HJ, Wichmann M, Hamel J, Schlegel KA, Eitner S. Evaluation of the difference in accuracy between implant placement by virtual planning data and surgical guide templates versus the conventional free-hand method - a combined in vivo - in vitro technique using cone-beam CT (Part II). *J Craniomaxillofac Surg* 2010;38:488-493.
- [2] Stachulla G. Navigierte orale Implantation. *Quintessenz Zahntechnik* 2010;36:1567-1570.
- [3] Kirsch A, Nagel R, Neuendorff G, Fiderschek J, Ackermann KL. Backward Planning und dreidimensionale Diagnostik. Teil 2: Schablonegeführte Implantation nach CT-basierter 3D-Planung mit sofortiger Eingliederung des präfabrizierten Zahnersatzes - ein erweitertes Backward Planning-Konzept. *Teamwork Journal for Continuing Dental Education* 2008;11:734-753.
- [4] Hammerle CH, Stone P, Jung RE, Kapos T, Brodala N. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding computer-assisted implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24 Suppl:126-131.
- [5] Ueno D, Sato J, Igarashi C, Ikeda S, Morita M, Shimoda S, et al. Accuracy of Oral Mucosal Thickness Measurements Using Spiral Computed Tomography. *J Periodontol* 2010.
- [6] Ronay V, Sahrman P, Bindl A, Attin T, Schmidlin PR. Current status and perspectives of mucogingival soft tissue measurement methods. *J Esthet Restor Dent* 2011;23:146-156.
- [7] Ritter L, Reiz SD, Rothamel D, Dreiseidler T, Karapetian V, Scheer M, et al. Registration accuracy of three-dimensional surface and cone beam computed tomography data for virtual implant planning. *Clin Oral Implants Res* 2011.
- [8] Stachulla G. 3D-Implantatplanungsprogramm mit erweitertem Einsatzbereich. *Quintessenz Zahntechnik* 2011;37:1042-1046.
- [9] Spiegelberg FE, Buhl C. Schienengeführte Implantation mithilfe des Simplant-Systems. *Quintessenz Zahntechnik* 2010;36:1584-1592.
- [10] Spiegelberg FE, Claar M. Navigierte Osteoplastik und Implantation mit prothetischer Sofortversorgung. *Implantologie Journal* 2009:18-21.
- [11] Cohen MJ. Immediate restoration in the fully edentulous maxilla region. online database. Materialise Dental online: Materialise Dental, 2011. <http://www.materialise.com/materialise/view/en/3694446-Winter+case.html>
- [12] invent S. SICmax Implantat. see URL, 2011. <http://www.sic-invent.com/int/sortiment/implantatsysteme/sicmax.html>
- [13] Materialise Dental. Immediate Smile Guidelines. Online database. Simplant Academy, 2011. http://www.simplantacademy.org/dmdocuments/Immediate%20Smile_guidelines.pdf