

# Eine Alternative bei CAD/CAM-basierten Implantatschablonen

Erhöhte Planungssicherheit und verkürzte Operationszeit

Dem chirurgischen und prothetischen Behandlungsteam stehen heute für die dreidimensionale Implantatplanung eine Vielzahl verschiedener Softwareumgebungen zur Verfügung, die am Ende die Überführung der Planungsdaten in die computergestützte Schablonenfertigung ermöglichen. Die SICAT-Planungssoftware ist essentieller Bestandteil der Software des digitalen Volumentomographen Galileos von Sirona. Im Gegensatz zu anderen Systemen basiert das SICAT-System auf einer vor der Bilddatenakquisition hergestellten Schablone und wird von mir nur zur Führung der Pilotbohrung verwendet. Daraus resultiert ein einfacher, leicht standardisierbarer Workflow der im Folgenden dargestellt wird.



Interaktive  
Lerneinheit mit zwei  
Fortbildungspunkten  
nach den Richtlinien der  
BZAK-DGZMK unter  
[www.dental-online-community.de](http://www.dental-online-community.de)

Indizes: Implantatplanung, Implantatschablone, digitale Volumentomographie, CAD/CAM-Technik

Ein Beitrag von Prof. Dr. Dr. Max Heiland, Bremerhaven

## Einleitung

Die dreidimensionale Röntgendiagnostik ist heute etablierter Bestandteil der Implantologie. Nachdem Ende der 90iger Jahre mit dem NewTom-System aus Italien die digitale Volumentomographie (DVT; engl. „cone-beam computed tomography“, CBCT) in die zahnärztliche Röntgendiagnostik eingeführt wurde, werden aus strahlenhygienischen Gründen bei dentoalveolären Fragestellungen kaum noch konventionelle Computertomographien angefertigt [1]. Aus der dreidimensionalen Diagnostik und den dabei generierten DICOM-Datensätzen resultieren vielfältige Planungsmöglichkeiten. Limitierend erwies sich jedoch der Transfer dieser Planungsdaten in die Therapie, das heißt die Übertragung der virtuellen Daten in die individuelle Patientensituation. In der Implantologie wurden dabei zwei Methoden propagiert.

Nach entsprechender Referenzierung können dreidimensionale Daten anhand von intraoperativen Navigationssystemen in die Behandlungssituation

transferiert werden. Dabei wird das Instrument beispielsweise mithilfe von Infrarotmarkern lokalisiert und seine Charakteristik mehrdimensional in den Datensätzen visualisiert. Auch wenn sich derartige Systeme in anderen chirurgischen Bereichen (zum Beispiel Schädelbasis-, Neuro- oder Wirbelsäulenchirurgie) etabliert haben, ist die Verbreitung im Zusammenhang mit der oralen Implantologie überschaubar.

Das liegt unter anderem daran, dass implantologische Planungsdaten computergestützt in Bohrschablonen eingearbeitet werden können (CAD-/CAM-Schablonen). Auch ohne integrierte dreidimensionale Informationen werden Bohrschablonen schon lange zur Übertragung von Implantatplanungen in den Patientenmund genutzt, so dass dieses Hilfsmittel an sich etabliert ist. Die Methoden der auf zweidimensionaler Röntgendiagnostik basierenden Schablonen werden auch heute noch ständig weiterentwickelt [2].

## Planungsschablone

Für das DVT wird eine individuelle Planungsschablone als Tiefziehschiene mit bariumsulfathaltigen Kronenanaloge im implantologisch relevanten Bereich und fixierter Aufbissplatte hergestellt. Abbildung 1 zeigt das Modell einer Ausgangssituation mit einer 1,5 mm starken Tiefziehfolie über der Simulation. Der zuweisende Hauszahnarzt möchte die beidseitig verkürzte Zahnreihe im Unterkiefer jeweils mit einem Kronenblock auf zwei Camlog-Implantaten prothetisch versorgen.

## Akquisition der Bilddaten

Nach Fertigstellung der Schablone kommt der Patient zur Röntgendiagnostik erneut in die Praxis. Nach Anprobe der Schablone wird der kieferentsprechende Kugelkopfhalter des Galileos-Systems für den Scan verwendet. Nach multiplanarer Rekonstruktion kann nun dem Patienten anschaulich die individuelle Situation erläutert werden. Daraus resultiert eine deutlich höhere Akzeptanz hinsichtlich eventuell notwendiger augmentativer Maßnahmen

und den daraus resultierenden Kosten sowie der Behandlungsdauer. Erst nach dieser Erörterung geht dem Patienten eine valide Kostenschätzung für die chirurgischen Maßnahmen zu.

## Implantatplanung

Die detaillierte Implantatplanung findet durch den Operateur außerhalb der Behandlungszeiten an der Workstation des Galileos-Systems statt. Man verlagert einen Großteil der Komplexität der Fälle vom Operationstisch an den Schreibtisch. Die verfügbare Datenbank umfasst alle gängigen Implantatsysteme, wobei problemlos zwischen verschiedenen Produktlinien, Längen und Durchmessern gewechselt werden kann. Eine dreidimensionale Ansicht ist zwar vorhanden, liefert aber im Vergleich zu Panoramarekonstruktion in Kombination mit multiplanaren Schnitten meiner Meinung nach grundsätzlich keine zusätzlichen Informationen.

Die Abbildung 2 zeigt die Implantatplanung des oben genannten Patienten. Zunächst wurde beidseits der Canalis mandibularis markiert. Dazu wurden links sechs und rechts sieben Punkte gesetzt, die automatisch verbunden wurden. In suffizienter Vergrößerung der einzelnen Ansichten erfolgte das Platzieren von Camlog Screw-Line Implantaten.

Abb. 1  
Das Modell  
(Superhartgips) der Aus-  
gangssituation mit einer  
1,5 mm starken Tiefzieh-  
folie über der Simulation

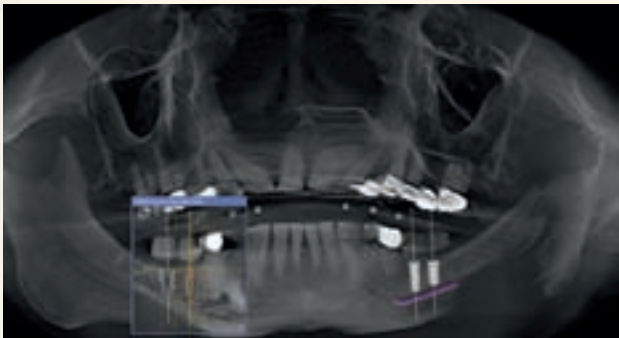


Abb. 2a Die Panoramarekonstruktion

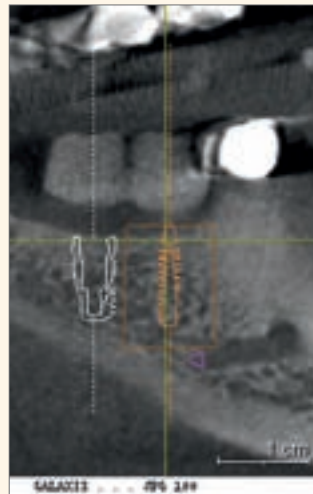


Abb. 2b  
Der pseudosagittale Ausschnitt des IV. Quadranten

Die verfügbaren Planungssysteme und die daraus resultierenden Bohrschablonen haben eine Vielzahl von unterschiedlichen Funktionen und unterscheiden sich erheblich in ihrer Komplexität. Eine ausreichende Genauigkeit und Zuverlässigkeit ist wiederholt für verschiedene Systeme beschrieben worden [3]. Ich möchte hier meine Erfahrungen mit der SICAT-Planungssoftware, die Bestandteil der Software des digitalen Volumentomographen Galileos von Sirona ist, darstellen. In den letzten 12 Monaten habe ich mit dem System 72 Implantatplanungen durchgeführt.

## Charakteristika und Workflow

Voraussetzung für die Verwendung einer SICAT-Schablone ist ein Starter Kit, das unter anderem eine mit Referenzmarkern versehene Aufbissplatte enthält. Im Gegensatz zu anderen Systemen basiert dieses System auf einer vor der Bilddatenakquisition hergestellten Schablone. Bei komplexen implantologischen Fragestellungen erfolgt daher nach einer Röntgenübersichtsaufnahme (Orthopantomogramm) und der intraoralen Befunderhebung die Abformung des Ober- und Unterkiefers, gegebenenfalls auch eine Bissnahme.

Anhand dieses Beispielfalles lassen sich sehr deutlich die möglichen Probleme im Unterkieferseitenzahnbereich illustrieren (Abb. 3):

- Regio 37: Hier zeigt der Unterkiefer lingual eine sehr ausgeprägte Konkavität. In der prothetisch gewünschten Achse lässt sich deswegen höchstens ein 5.0 x 9 mm Implantat platzieren, so dass hier die Gefahr eines ungünstigen Aufbau-/Implantatverhältnisses droht. Weder eine Blockaugmentation, ein Bonespreading noch eine Nervverlagerung würden dieser Situation gerecht, so dass intraoperativ erwogen werden wird, ein 5.0 x 11 mm Implantat zu setzen und vestibulär mit Bohrspänen zu augmentieren.



Abb. 3  
Der Planungsreport  
als Übersicht der  
erfolgten Planung

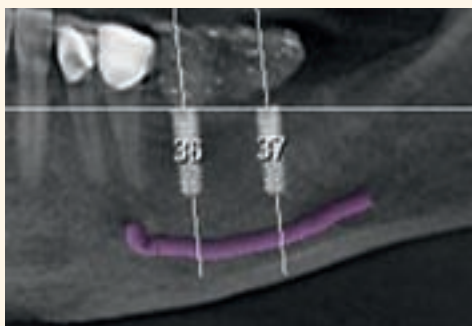


Abb. 4a Eine Panoramarekonstruktion nach manueller Nervenmarkierung und virtuellem Platzieren von zwei Implantate bei einem anderen Patienten

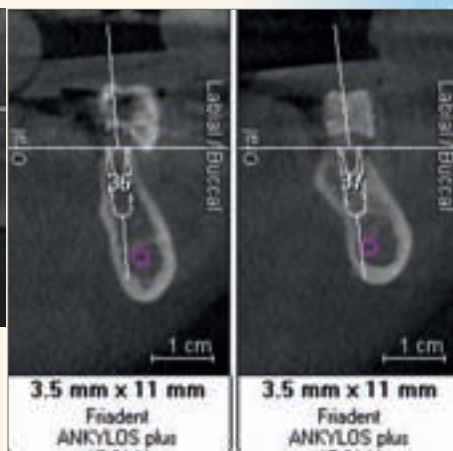


Abb. 4c Ausschnitt des postoperativen Orthopantomogramms

Abb. 4b  
Transversale Schnitte an  
den geplanten Implantatpositionen 36 und 37

- Regio 36: Die linguale Einziehung ist hier bereits deutlich weniger ausgeprägt, so dass hier ein 4.3 x 11mm Implantat inseriert werden kann. Es ist allerdings genau darauf zu achten, mit den Bohrern nicht tiefer einzudringen, um eine Perforation des Unterkiefers zu vermeiden.
- Regio 46 und 47: Im IV. Quadranten ist die Unterkieferanatomie weniger herausfordernd. In regio 46 könnte bei zu tiefem Bohren der Nerv verletzt werden, ein 11mm Implantat wird sich aber problemlos mit ausreichend Sicherheitsabstand inserieren lassen. In regio 47 wird eventuell auch ein 5.0 x 11 mm Implantat platziert werden können.

Bei der Implantatplanung muss der Ausrichtung der Implantate besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die von der Software vorgegebene vertikale Startausrichtung spiegelt häufig nicht die Ausrichtung der Nachbarzähne oder den Verlauf der Okklusionsebene wider. Nach Ausrichtung des ersten Implantates nach der Okklusionsebene kann diese Orientierung automatisch für alle weiteren Implantate übernommen werden. Die am Ende der Planung vorliegenden Planungsreports eignen sich hervorragend zur Diskussion der Therapieplanung mit dem prothetisch versorgenden Kollegen und dem Zahntechniker.

### Überführen der Planungsdaten in die Bohrschablone

Die Planungsdaten werden abschließend auf die CD des Starter Kits gebrannt und mit der Planungsschablone auf dem Gipsmodell (eingepackt im mitgelieferten Hygienebeutel), Auftrag und Bestellung unter Angabe des Durchmessers des Pilotbohrers im vorgefertigten Versandkarton verschickt. In nur zwei von 72 Planungen erfolgte eine telefonische Rücksprache seitens SICAT bezüglich meiner Planungsdaten. Dabei handelte es sich um Patienten mit mikrochirurgischen Transplantaten nach Tumordefekten, bei denen sich die Schablone während des Scans nicht in der der Modellsituation entsprechenden Position befand, so dass hier keine valide Planung vorlag und der Scan wiederholt werden musste. Alle anderen Planungsdatensätze wurden in Implantatschablonen überführt. Dafür wird die Aufbissplatte entfernt, die Höhe der simulierten Kronen reduziert und im Vektor der Implantatachse eine Bohrhülse für die Pilotbohrung eingebracht. Nach spätestens elf Werktagen liegt diese Schablone wieder vor.



## Diskussion

Grundsätzlich verwende ich diese Schablonen nur für die Führung des Pilotbohrers, was das System einfach, wenig störungsanfällig und kostengünstig macht (Abb. 4). Die Kosten einer solchen Schablone belaufen sich ohne DVT, in Anhängigkeit der Laborkosten, auf zirka 400 Euro, wobei intraoperativ kein spezielles Instrumentarium benötigt wird. Sowohl bei offenem, als auch bei transgingivalem Vorgehen, reicht es meiner Meinung nach völlig aus, bei erfolgter Planung von optimalem Implantatdurchmesser, -länge und -achse, diese Informationen mittels geführter Pilotbohrung in den Operationssitus zu übertragen. Allerdings kann es sein, dass bei sehr dicker Gingiva – beispielsweise im distalen Seitenzahnbereich des Oberkiefers – der Pilotbohrer aufgrund der Höhe der Hülse und der Gingiva nicht zu einer suffizienten Führung im Knochen führt. Eine weitere Schwierigkeit kann sich bei bezahntem Gegenkiefer besonders in der Region des zweiten Molaren ergeben, wo ein Einführen des Pilotbohrers in der Achse der Führungshülse deutlich erschwert sein kann. In derartigen Einzelfällen kann es sich ergeben, dass intraoperativ die Implantatschablone nicht vollständig genutzt werden kann. Mit der vorliegenden mehrdimensionalen Planung ist aber ein Wechsel auf die nicht schablonengeführte Pilotbohrung relativ gefahrlos möglich. Alternativ können Außenhülsen für alle gängigen chirurgischen Systeme verwendet werden, so dass die vollständig geführte Chirurgie prinzipiell ebenfalls möglich ist.

Bei der Verwendung der hier beschriebenen Schablonen muss man sich den grundsätzlichen Problemen von Bohrerschablonen immer bewusst sein. Hierzu zählen nach Weibrich und Wagner [4]:

- Eine Diskrepanz der Planung zum optimalen Knochenangebot
- eine manchmal erschwerte Positionierung nach erfolgter Bildung eines Mukoperiostlappens
- die Sterilität der Schablonen
- eine Kontamination von Bohrern und Knochenlager mit Abrieb aus der Hülse
- und die Limitationen in der Genauigkeit der präoperativen Planung.

Der hier vorgestellte Workflow stellt für den erfahrenen Implantologen einen einfach zu implementierenden Ablauf dar, der

- die Operationszeit verkürzt
- die Planungssicherheit hinsichtlich der prothetischen Versorgung, notwendiger augmentativer Maßnahmen und zu schonender Nachbarstrukturen erhöht
- dem Patienten notwendige Maßnahmen nachvollziehbar veranschaulicht
- intraoperativ einfach umzusetzen und
- kostengünstig ist.

Literatur beim Verfasser oder im Internet unter [www.teamwork-media.de](http://www.teamwork-media.de) in der linken Navigationsleiste unter „Journale Online“.



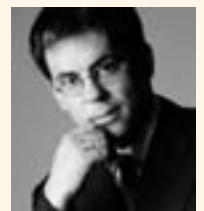
## Korrespondenz- adresse

Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Max Heiland  
Chefarzt der Klinik für  
Mund-, Kiefer- und  
Gesichtschirurgie  
Klinikum Bremerhaven  
Reinkenheide  
Postbrookstr. 103  
27574 Bremerhaven  
Fon +49 471 299 3716  
eMail: max.heiland@  
klinikum-bremerhaven.de

## Über den Autor

Max Heiland studierte von 1991 bis 1997 Medizin an den Universitäten Mainz und Hamburg und danach bis 2001 Zahnmedizin an der Universität Hamburg. Zunächst als Arzt im Praktikum und wissenschaftlicher Mitarbeiter, ab 2005 als Oberarzt, war er an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf klinisch und wissenschaftlich tätig. Berufsbegleitend studierte er Gesundheitsökonomie an der European Business School in Oestrich-Winkel. Im Jahr 2006 erhielt er den Ruf auf eine W2-Professur für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie an der Universität Hamburg. Seit 2007 ist

Prof. Max Heiland Chefarzt der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Klinikums Bremerhaven Reinkenheide. Parallel zum Klinikalltag ist Herr Heiland seit 2008 in Berufsausübungsgemeinschaft mit dem leitenden Oberarzt der Klinik Dr. Dr. Heiner Werle am Klinikum auch niedergelassen tätig. Prof. Heiland ist Mitglied zahlreicher nationaler und internationaler Fachgesellschaften. Einer seiner Tätigkeitsschwerpunkte ist die Implantologie.



## Produktliste

Planungssoftware	SICAT	SICAT GmbH & Co. KG
DVT	Galileos	Sirona
Implantatsystem	Screw-Line	Camlog