



In den letzten 15 Jahren haben die computerassistierte 3-D-Planung von Implantaten und deren schablonen-geführte Insertion zunehmend an Bedeutung gewonnen.

Die Vorteile dieses Verfahrens sind u. a. eine exakte Planbarkeit des chirurgischen Eingriffs, die Minimierung des OP-Traumas bis hin zu Flapless Surgery, eine Vermeidung von Augmentationen, eine der anatomischen Situation angepasste Implantatpositionierung nach ästhetischen Vorgaben. Genannt seien auch die Möglichkeit einer prothetischen Sofortbelastung mit präimplantologisch gefertigtem Zahnersatz und die hohe forensische Sicherheit. Folgender Fachbeitrag widmet sich, anhand der Auswertungen von 234 Schablonen in teilbezahnten Patientenfällen, dem chirurgischen Mehrwert von Guided Surgery im Hinblick auf konventionelle Implantatinsertionen.



Dr. Annette  
Felderhoff-Fischer  
[Infos zur Autorin]



Literatur

# Chirurgischer Mehrwert von Guided Surgery

Dr. Annette Felderhoff-Fischer

Eine Vielzahl von Studien belegen die Präzision des digitalen Workflows.<sup>1-5</sup> Die mittleren Abweichungen der inserierten zu den geplanten Implantaten werden für das NobelGuide System (Nobel Biocare) im Bereich der Implantatschulter mit 0,49 mm, im Bereich des Apex mit 0,69 mm und für die

Achsenabweichung mit 1,98° angegeben.<sup>5</sup> Die Werte befinden sich somit im Bereich der in der Software angegebenen Sicherheitszone. Doch abgesehen von der Präzision fehlten bisher Angaben über den Mehrwert des Verfahrens hinsichtlich einer Minimierung des operativen Traumas im Vergleich

zur freien Implantatinsertion. Anhand der Auswertung von 234 Schablonen in teilbezahnten Patientenfällen, die zwischen November 2013 und Dezember 2016 computerassistent geplant und mit steriolithografisch hergestellten Schablonen implantiert wurden, soll eine Darstellung des Systems und insbesondere dessen Mehrwert im Hinblick auf eine Minimalisierung des operativen Eingriffes gegeben werden.

Scan order details  
Fill out the scan order details below

Lab e-mail address  
verwaltung@dentalk.de Contacts

Fill in the e-mail address of the lab or service partner that will process your order.

Jaw type  
 Upper jaw   
 Lower jaw 

Service list  
 Scan of dental cast  
 Scan of a diagnostic wax-up

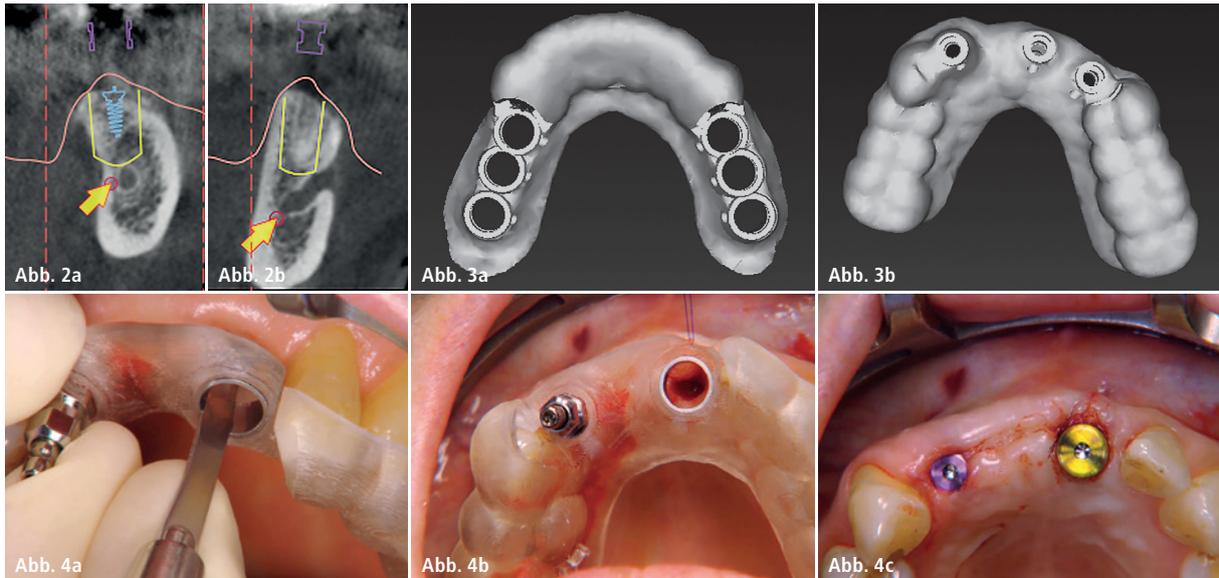
Delivery date:

Note to dental lab

Abb. 1: Labor-Scanauftrag.

## Workflow

Nach einem ausführlichen Patientengespräch und der Erhebung der klinischen Befunde erfolgte die Indikationsstellung zur Implantation. Sodann wurden, orientiert an den Richtlinien zur 3-D-Röntgendiagnostik der DGZMK, digitale Volumentomografien (Planmeca ProMax 3D) angefertigt.<sup>6</sup> Falls eine Abklärung weiterer Befunde nicht notwendig war, wurde das kleinstmögliche, einen Kiefer umfassende Field



**Abb. 2a und b:** Canalis mandibulae mit Foramen mentale. – **Abb. 3a und b:** Fully guided-Template und pilot-drill-Template. – **Abb. 4a:** Flappräparation mit Mikroskalpell. – **Abb. 4b:** Abhalten des vestibulär gestülpten Flaps. – **Abb. 4c:** Vestibuläres Einschlagen des entepithelisierten Flaps.

of View gewählt. Die Zahnreihen wurden z. B. durch Watterollen oder einen Holzspatel leicht gesperrt.

Des Weiteren erfolgte eine präoperative Abdrucknahme für die Herstellung von Scanmodellen. Im Workflow dieses Systems war bis 2013 die Anfertigung einer Röntgenschablone notwendig. Ab 2013 (Pre-Launch-Phase, Launch 2014) konnte dieser Schritt durch einen Modellscan und einen Wax-up-Scan ersetzt werden, was die Behandlungsdauer reduzierte und Kosten einsparte. Die Daten des DVT wurden als single-frame DICOM-Daten exportiert und in die implantologische Planungssoftware (NobelClinician, Nobel Biocare) eingelesen. In dieser wurde ein Scanauftrag an das Labor erteilt (Abb. 1), sodass die rechtlich sichere Übertragung der Patientendaten über ein geschlossenes System erfolgte.

Das Matching der anatomischen Daten aus dem DVT mit den prothetischen Daten des Modells und des Wax-ups erfolgte durch die Smart Fusion-Technik. Mit dieser Methode werden die Oberflächen der 3-D-rekonstruierten knöchernen Situation (DVT) und des Modells (Scan) durch die Markierung korrespondierender Punkte automatisch im Softwareprogramm überlagert. In einigen Fällen war eine manuelle Zuordnung notwendig. Sollte diese aufgrund von Metallartefakten oder einer unzureichenden Qualität

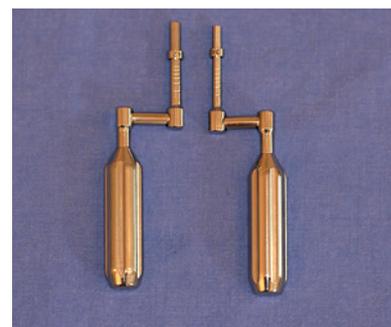
der digitalen Volumentomografie nicht möglich sein, wurde dies im Programm angezeigt. In der Planungssoftware erfolgte die Positionierung der Implantate. Ziel war es, das vorhandene Knochenangebot orientiert an der prothetischen Situation maximal auszunutzen und so den operativen Eingriff für den Patienten so minimalinvasiv wie möglich zu gestalten. Anatomisch relevante Strukturen, wie z. B. der Canalis alveolaris inferior, wurden markiert und die Implantate in dem in der Software angegebenen Sicherheitsabstand positioniert (Abb. 2a und b).

Seit der Einführung des Smart Fusion-Konzeptes kann bei der Schablonenauswahl zwischen fully guided- und pilot-drill-Vorgehen gewählt werden (Abb. 3a und b), wobei bei der fully guided-Variante alle Bohrer und die Implantinsertion durch die Sleeves geführt werden, bei der pilot-drill-Schablone lediglich der 2mm-Startdrill. Nach der Schablonenauswahl wurden die Planungsdaten zur Bestellung hochgeladen. Die Operationsschablonenfertigung erfolgte sterilolithografisch.

Nach der Anprobe der Schablone am Modell, bzw. der Anpassung, wurde sie für zehn Minuten präoperativ in CHX eingelegt. Die Operationen erfolgten in Lokalanästhesie oder Kombinationsnarkose. In den Fällen ohne Augmentationen mit Mikroflapzugang, wobei der Bereich der Gingiva über dem Implantat

entepithelisiert und nach Tunnelierung der vestibulären Schleimhaut dort eingeschlagen wurde (Abb. 4a–c). Im Fall von multiplen Implantationen wurden Kieferkammsschnitte, bei Augmentationen mit vertikalen Entlastungen, vorgenommen.

Bei internen Sinusliftoperationen wurde der minimalste Knochenabstand zwischen der Mundhöhle und dem Sinus maxillaris in der Planungssoftware ermittelt. Die Bohrungen mit dem Pilotbohrer (2 mm Durchmesser) und die anschließenden Bohrungen bis zur Implantatinsertion wurden bis 1 mm vor diese ausgemessene Länge (orientiert an den Längenangaben der Bohrungen) vorgenommen. Der interne Sinuslift erfolgte im Fall von fully guided-Schablonen mittels selbst designten speziell angefertigten internen Sinusliftinstrumenten (Abb. 5), bei pilot-drill-Schablonen mit herkömmlichen, nicht geführten internen Sinusliftinstrumenten. Eine Einlage-



**Abb. 5:** Guided Instrument interner Sinuslift.

	#	Nobel-Active	Nobel-Parallel	Speedy Replace	Speedy Groovy	Replace Straight	Brånemark
Nobel Biocare	404	106	185	7	32	6	68
CAMLOG	20						
SIC	12						
Straumann	15						
<b>Gesamt</b>	<b>451</b>						

**Tab. 1:** Für CAMLOG-, SIC- oder Straumann-Implantate wurden pilot-drill-Templates verwendet.

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

1. Passung ohne präoperative Anpassung am Modell
2. minimale Anpassung am Modell nötig
3. keine Passung der Operationsschablone

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

### Auswertung

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

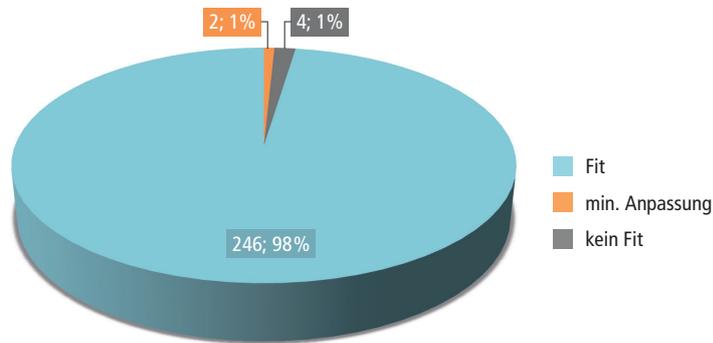
Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):

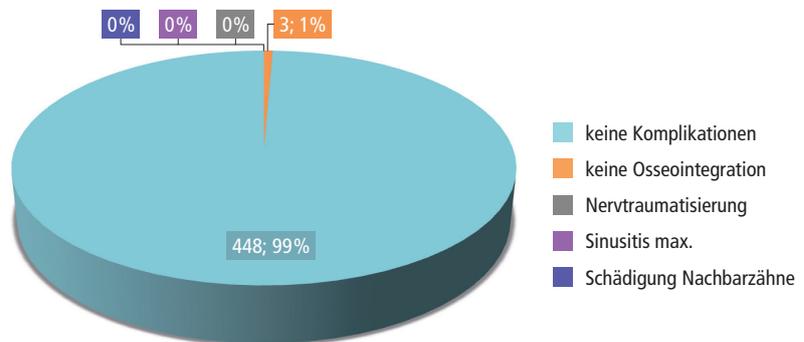
### Mehrwert für den chirurgischen Eingriff

#### Primärstabilität/Implant site preparation

Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt (Abb. 6):



**Abb. 6**



**Abb. 7**

**Abb. 6:** Die Passung der 234 Schablonen wurde in drei Kategorien eingeteilt. – **Abb. 7:** Einteilung der postoperativen Komplikationen in vier Kategorien.

Die Führung der Drills bei den fully guided-Templates sorgt für eine exakt axiale Implantatbettauflbereitung ohne laterale Deviation. Eine unerwünschte Richtungsänderung der Bohrer und der inserierten Implantate wird verhindert, was neben der spezifischen Drillprotokolle für unterschiedliche Knochenqualitäten zu einer erhöhten Primärstabilität führt.

### Reduzierung der Anzahl operativer Eingriffe/Reduzierung des Traumas

Durch diese erzielte Primärstabilität und die optimale Ausnutzung des vorhandenen Knochenangebots in der 3-D-Planung kann die Implantatinsertion oftmals simultan mit der Augmentation erfolgen, der separate Eingriff für den Knochenaufbau entfällt.

Wie in den Abbildungen 8a und b erkennbar, kann eine Augmentation oder ein Sinuslift durch die optimale Nutzung des dreidimensional dargestellten Knochenangebots umgangen werden. Dies kann zum einen durch die Angulierung der Implantate erfolgen oder zum anderen durch die Auswahl kurzer Implantate (bis 10 mm), welche signifikant geringere Komplikationsraten im

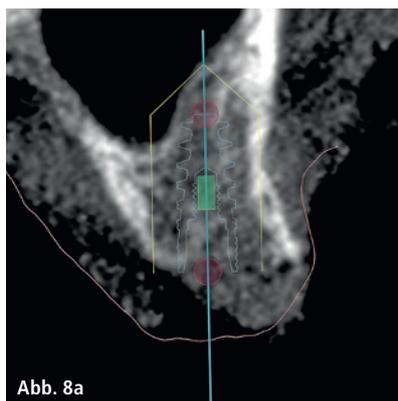


Abb. 8a

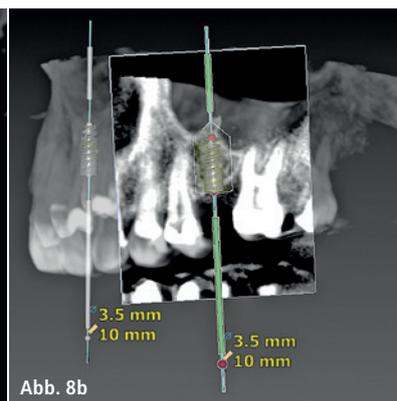


Abb. 8b

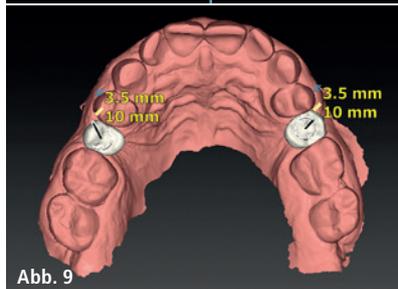


Abb. 9



Abb. 10

Abb. 8a und b: Planung am Sinus maxillaris. – Abb. 9: LabDesign. – Abb. 10: Provisorische Krone.

Vergleich zu längeren Implantaten und Augmentationstechniken aufweisen.<sup>9,10</sup> Sowohl der interne Sinuslift als auch die Positionierung der kurzen Implantate kann sicher durch die Schablonenführung erfolgen. Durch die vertikalen Stopps auf den Bohrern kann ein Abgleiten der Bohrer bzw. internen Sinusliftinstrumente verhindert werden.

Die Anzahl der Fälle, in denen dem navigierten internen Sinuslift dem externen der Vorzug gegeben wird, steigt stetig seit Einführung der Smart Fusion-Technik und des damit verbundenen Wegfalls der Anfertigung einer radiografischen Schablone. War das Verhältnis externer Sinuslift zu internem Sinuslift in der Praxis der Autorin gesamt in 2012 1:1, war es 2014 bei 1:1,8 und lag 2016 bei 1:2,8. Ausschließlich den Bereich der schablonengeführten Implantatinsertion betrachtet, sogar bei 1:4. Darüber hinaus führen deutlich reduzierte Lappenbildungen bis hin zur Implantatinsertion ohne Aufklappung und kurze Operationszeiten zur Reduzierung des operativen Traumas und der postoperativ damit verbundenen Symptome, wie Schwellung oder Schmerzen. Zu diesem chirurgisch atraumatischen Vorgehen kommt der ästhetische Vorteil der optimalen Orientierung der Implantate am prothetischen Wax-up

und der Möglichkeit, im Sinne einer Sofortbelastung neue Zähne in derselben Sitzung einzugliedern, wie z. B. im All-on-4®-Konzept.

### Ausblick

In der neuesten gelaunchten Softwarefunktion werden Abdrucknahme und Modellscan fakultativ durch den Intraoralscan ersetzt. So besteht bereits in der ersten Sitzung zeitnah die Möglichkeit, den Patienten am Computer die individuelle Behandlungsplanung detailliert zu demonstrieren.

Über die Software (NobelDesign, Nobel Biocare) wird das Wax-up digital erstellt und die Implantatpositionierung in gewohnter Weise vorgenommen (Abb. 9). Durch die präoperative Fertigung von Temp Shells erfolgt simultan mit der Implantatinsertion die Eingliederung der provisorischen Kronen (Abb. 10).



## CME-Fortbildung

### Chirurgischer Mehrwert von Guided Surgery

Dr. Annette Felderhoff-Fischer

Zum Beantworten dieses Fragebogens registrieren Sie sich bitte unter:

[www.zwp-online.info/de/cme-fortbildung/92829](http://www.zwp-online.info/de/cme-fortbildung/92829)



Infos zur CME-Fortbildung auf ZWP online

### Kontakt Dr. Annette Felderhoff-Fischer

Steinsdorfstraße 14  
80538 München

Tel.: 089 21269712

praxis@dr-felderhoff.de

[www.dr-felderhoff.de](http://www.dr-felderhoff.de)