

**Redaktion**  
 E. Esser, Osnabrück  
 S. Haßfeld, Dortmund

**K. Dawirs · B. Buchwald**  
 Rü-Klinik, Essen

# SimPlant™-System

**Die 3-D-Diagnostik und Planung ist in der Implantologie derzeit ein wichtiger Themenkomplex bei allen nationalen und internationalen Kongressen. Die Relevanz dieser Planungstechniken für die klinische Anwendung unter Berücksichtigung des SimPlant™-Systems wird beschrieben. In der täglichen implantologischen Praxis und Klinik schafft die Verwendung dieses 3-D-Planungssystems planerische Sicherheit und häufig auch kürzere Operationszeiten. Insgesamt wird mehr Sicherheit für den Patient und Operateur erlangt. Ob die von der Industrie versprochene höhere Präzision und Genauigkeit in jedem Falle erreicht wird, ist von diversen Parametern abhängig und erfordert eine genaue Kenntnis der Planungssoftware.**

Der hohe Anspruch an die prothetische und chirurgische Implantatpositionierung bei gleichzeitigem minimal invasiven Vorgehen erfordert eine dreidimensionale Implantatplanung. Die SimPlant™-Software ist ein für diesen Anspruch konzipiertes interaktives 3-D-System.

Der Einsatz führt zu ästhetischeren und besser vorhersagbareren Ergebnissen bei kürzerer Operationsdauer. Der Behandler verfügt bereits präoperativ über eine gründliche Kenntnis der Anatomie und Pathologie des Patienten.

Die bei diesem Verfahren hergestellten Schablonen können restzahn-, schleimhaut- und knochengetragen genutzt werden. Durch Kombination dieser drei Optionen ist eine skelettierte, knochengetragene Schablone entwickelt worden, die eine exakte Positionierung bei gleichzeitiger visueller Kontrolle der Bohrung und minimal invasivem Operationstrauma ermöglicht. Diese Schablone

vereint die Vorteile der bereits genannten Schablonentechniken. Das Verfahren ermöglicht ein minimales Aufklappen der „attached“ Gingiva, ohne Teile dieser zu verlieren.

Faktoren, wie beispielsweise die Schleimhautresilienz oder Metallartefakte im Computertomogramm, können zu Ungenauigkeiten führen, die eine exakte Planung im Submillimeterbereich verhindern. Durch ein neues Hülsensystem kann die Planung intraoperativ kontrolliert werden, sodass der Behandler nicht nur der am Computer erfolgten Planung vertrauen muss.

Zusätzlich ist mit SimPlant™ OMS ein System für die maxillofaziale Chirurgie entwickelt worden. Mithilfe dieses Systems sind die virtuelle Planung von Operationen, kephalometrische Analysen und 3-D-Weichgewebssimulationen möglich. Gipsmodelle können dreidimensional eingescannt und mit dem virtuellen Modell überlagert werden. Mithilfe eines sog. virtuellen Okkludators kann die Okklusion als Basis für die Operationsplanung genutzt werden. So können Splints für bimaxilläre Dysgnathieoperationen ohne den Aufwand einer aufwendigen traditionellen Planung stereolithographisch hergestellt werden.

Im vorliegenden Beitrag wird anhand von drei klinischen Beispielen die Realisation einer virtuellen Operationsplanung sowohl für die Implantation als auch für die Dysgnathiechirurgie dargestellt. Dabei soll auch auf Probleme und Grenzfälle hingewiesen werden.

Das SimPlant™-System ist ein dreiphasiges Planungssystem, das

- die klinischen Daten des Patienten,
- die Planungssoftware SimPlant™ sowie
- die Bohrschablonen SurgiGuides beinhaltet.

## Rückwärtsplanung – Backwardplanning

Die moderne Implantologie kann sich nur an einem statisch funktionellen und ästhetischen Behandlungsergebnis orientieren. Daher kann das Ergebnis einer komplexen Gesamtbehandlung nur durch eine präoperative Prothetikplanung vorgegeben werden. Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten müssen die diversen Möglichkeiten der Augmentationschirurgie ein entsprechendes knöchernes Fundament für die enossale Implantologie schaffen. Bezüglich der prothetischen Planung haben diverse Autoren unterschiedliche Rekonstruktionskonzepte erarbeitet, die unter Berücksichtigung der klinischen Erfahrungswerte in das Planungskonzept der Konsensuskonferenz für Implantologie eingeflossen sind. Der Idealfall beschreibt immer noch eine komplette Restitutio ad integrum mit einem Zahn-für-Zahn-Rekonstruktionskonzept. Abweichungen im Bereich der Unterkieferfrontrekonstruktion oder durch den Verzicht des zweiten Molaren sollten hierbei berücksichtigt werden.

Die so erzielte prothetische Endsituation wird über eine Scanprothese in den CD/DVT-Daten realisiert. Zur Visualisierung der Scanprothese in den CT/DVT-Datensätzen ist die Verwendung von radioopaken Kunststoffzähnen und Prothesenbasen unerlässlich. Das gesamte Prozedere zur Erstellung der prothetischen Planungsunterlagen sowie der radiologischen Datensätze sollte sich streng an den Vorgaben der Firmenmerkblätter orientieren. Bei der Auswahl der 3-D-Geräte ist auf eine dosisreduzierte Aufnahmetechnik zu achten.

In der zweiten Phase der 3-D-Implantatplanung werden die individuellen Pa-

K. Dawirs · B. Buchwald  
**SimPlant™-System**

**Zusammenfassung**

Das SimPlant™-System ist eine 3-dimensionale Planungssoftware, die sowohl für die Implantation als auch für die maxillofaziale Chirurgie genutzt werden kann. Anhand von 3 klinischen Fällen sollen der Planungsablauf und die einzelnen Systemkomponenten dargestellt werden. Die bei diesem Verfahren hergestellten Schablonen können restzahn-, schleimhaut- und knochengetragen genutzt werden. Durch Kombination dieser 3 Schablonenarten ist eine skelettierte, knochengetragene Schablone entwickelt worden. Mithilfe dieser Schablone kann eine minimal invasive Operationstechnik unter visueller Kontrolle und intraoperativer Prüfung der virtuellen Planung erfolgen. Der Behandler verfügt bereits präoperativ über eine gründliche Kenntnis der Anatomie und Patholo-

gie des Patienten. Zusätzlich wird anhand der klinischen Fälle auf Probleme und Grenzfälle hingewiesen. Mit dem SimPlant™-OMS-System ist eine Planungssoftware auch für die maxillofaziale Chirurgie entwickelt worden. Auf der Basis von 3-D-Daten wird mithilfe des Systems eine virtuelle Planung bei skelettalen Anomalien erstellt, zudem ist eine 3-D-Weichgewebssimulation möglich. Die operative Realisierung des dygnathiechirurgischen Eingriffs wird auf Basis von stereolithographisch hergestellten Splints durchgeführt und vereinfacht den Ablauf des Operationsprozederes.

**Schlüsselwörter**

Schablonengeführte Implantologie · Splint · SimPlant™ · Dysgnathiechirurgie

**The SimPlant™ system**

**Abstract**

The SimPlant™ system is a three-dimensional software tool that can be used to plan both implantations and maxillofacial surgery. The planning procedure and the individual system components will be presented using three clinical cases. The templates created using this method can be used supported by remaining tooth, mucosa or bone. By combining these three types of templates, a skeletonized, bone-supported template has been developed. This template can be used to perform minimally invasive surgery with visual monitoring and intraoperative review of virtual planning. The treating surgeon already has a sound knowledge of the patient's anatomy and pathology before the operation.

Problems and limiting cases are also pointed out using the clinical cases. A software tool to plan maxillofacial surgery, the SimPlant™ OMS system, has also been developed. On the basis of three-dimensional data, the system can be used for virtual planning in patients with skeletal anomalies; three-dimensional simulation of the soft tissue is also possible. Dysgnathic operations are performed on the basis of splints produced by stereolithography, which simplifies the operation.

**Keywords**

Template-guided implantology · Splint · SimPlant™ · Dysgnathic surgery

tientendaten durch die Planungssoftware SimPlant™ dargestellt und ausgewertet.

Die SimPlant™-Software ist eine offene Planungsplattform, die für nahezu alle im Markt befindlichen Implantatsysteme verwendbar ist und die mit individuellen Hülsensystemen verwendet werden kann.

Auf der Basis der 3-D-Daten können sowohl in der Panoramaschicht- wie auch in der Cross-Sectional-Darstellung die Implantate unter Berücksichtigung der anatomischen und funktionellen Gegebenheiten positioniert werden. Spätestens in dieser Planungsphase wird die Problematik zwischen prothetischer Idealplanung und anatomischen Grundgegebenheiten offensichtlich. Die Notwendigkeit und Durchführung der unterschiedlichen Augmentationstechniken limitieren die Realisation der zu erzielenden Wunschergebnisse. Durch diverse Darstellungsmöglichkeiten, auch in 3-D-Rekonstruktionen, kann dem Patienten die Gesamtproblematik ideal veranschaulicht werden. Diese durch SimPlant™ oder auch andere 3-D-Planungssysteme gegebene Möglichkeit sollte von jedem Implantologen im Rahmen der präoperativen Aufklärung genutzt werden.

Häufig ist die Meinungsbildung des Patienten in dieser Phase der 3-D-Planung ein wichtiger Faktor, um mögliche Kompromisse zwischen der klinisch exakten Positionierung und dem chirurgisch zu Realisierenden herbeizuführen.

— Bei allen Patienten hat die Sicherheit der Operationsdurchführung höchste Priorität.

So ist der Berücksichtigung der anatomischen Nachbarstrukturen ein besonderes Augenmerk zu verleihen. Insbesondere relevant bezüglich der Konstruktion der Implantatlängen und Durchmesser sind die nervalen Strukturen des Unterkiefers, die linguale Knochendimension der Mandibula sowie das Cavum nasi und die Nebenhöhlen.

Durch die Kombination aller klinisch und technisch relevanten Planungsparameter wird eine Planungsmatrix erstellt, die durch Verwendung von Hülsensystemen im Herstellungsverfahren der Stereolithographie die Verbindung von der virtuellen zur klinischen Welt realisiert.

In der dritten Phase der Implantatplanung mit dem SimPlant™-System wird die Übertragungsschablone (Surgi-Guide®) stereolithographisch hergestellt. Die Firma Materialise ist weltweit in verschiedenen Industriebereichen als Hersteller im Bereich des „Rapid Prototyping“ bekannt. Die Steuerungssoftware ist bereits seit geraumer Zeit in der Lage, exakte Kopien von dreidimensionalen skelettalen Knochensituationen herzustellen sowie unter Berücksichtigung der anatomisch gegebenen Parameter diese Bohr-schablonen zu konstruieren. In diesem Verfahren wird ein flüssiges lichterhärten-des Kunstharz von einem Laserstrahl polymerisiert. Durch das langsame Absenken hauchdünner Kunstharzschichten entsteht so ein dreidimensionaler Körper, in dem dann die metallenen Hülsensysteme eingebaut werden.

Insgesamt sind vier verschiedene Varianten zur Herstellung von Schablonen möglich:

- mukosagestützte Schablonen,
- restzahngestützte Schablonen,
- knochengestützte Schablonen und
- transfersystemgestützte Schablonen.

Der Nachteil der mukosagestützten Schablonen besteht in der Abhängigkeit von der Resilienz des Integuments. Durch diese kaum zu definierenden sehr individuellen Schleimhautsituationen können die Operationsschablonen im Verhältnis zur virtuellen Planungssituation stark abweichen. Durch unsere Erfahrung in der Vergangenheit würden wir daher empfehlen, möglichst auf eine der drei alternativen Schablonentechniken zurückzugreifen. In der unbezahnten Situation des Ober- und Unterkiefers wird die transfersystemgestützte Schablonentechnik in naher Zukunft eine sinnvolle Alternative darstellen. Unter den jetzigen technischen Gegebenheiten sollte auf eine restzahngestützte oder knochengetragene Operationsschablone zurückgegriffen werden. Um insbesondere bei der knochengetragenen Operationsschablone eine möglichst geringe Denudierung des Gewebes zu garantieren, haben wir eine stark skelettierte knochengetragene Schablone entwickelt, die nur noch punktuellen Knochenkontakt erfordert. Die Planung von knochengetragenen

Implantationsschablonen ist nur mit der SimPlant™-Planungssoftware möglich.

### Klinische Beispielfälle

Anhand von zwei klinischen Fällen möchten wir die Möglichkeiten der schablonengeführten Navigation mithilfe des SimPlant™-Systems darstellen.

#### Fall 1: Implantation Unterkieferfront

Bei einem 38-jährigen Patienten kam es nach endodontischer Versorgung der Unterkieferfront und mehrfachen Resektionen zu einer chronischen Osteomyelitis mit Sequesterbildung und letztlich zum Verlust der Unterkieferfrontzähne 32–42. Nach Sequestrotomie und umfangreichem Débridement verblieben nur noch die linguale Kortikalis sowie die Mandibulabasis. In einem ersten Eingriff wurde ambulant der entstandene Unterkieferdefekt durch ein autologes, kortikospongioses Beckenkammtransplantat rekonstruiert. In dieser klinischen Situation erfolgte die Herstellung einer prothetischen Planungsschablone zur Realisierung einer minimal invasiven Implantatpositionierung in den Regionen 32 und 42.

Durch die präoperative Anfertigung eines Meistermodells unter Berücksichtigung der virtuellen Datensätze konnte bereits eine Suprakonstruktion im Sinn eines Langzeitprovisoriums realisiert werden. Des Weiteren wurde aufgrund der Planungsdaten eine stereolithographisch hergestellte Bohrschablone erstellt.

#### Hochpräzise Planungssoftware und hochpräzises Operationsequipment

Für die Durchführung beider Implantatfälle wurde ein Hülsensystem der Firma Dentegris Deutschland verwendet. Dieses System besteht aus exakt auf die Implantatdurchmesser abgestimmten Bohrhülsen, die aufgrund ihrer geringen Wandstärke auch das Setzen von Zahn-zu-Zahn-geplanten Fällen ermöglicht. Die einzelnen Bohrschritte werden exakt durch bohrerfixierte Führungshülsen geführt und in der Tiefendimension durch

okklusale Stopps dirigiert. Gleiches geschieht in der letzten Phase der Implantation durch einen Einbringpfosten, so dass alle Bohrsequenzen der Implantatinsertion bis zur endgültigen Positionierung der Fixturen jederzeit kontrolliert und gesteuert werden können. Außer den Spezialhülsen und den Spezialbohrern ist kein weiteres Equipment notwendig, sodass mit der offenen Planungsplattform SimPlant™ ein einfaches, aber technisch hochpräzises Operationsverfahren zur Verfügung steht. Ein weiterer Vorteil der skelettierten knochengetragenen Schablone ist der geringe Abstand zwischen den schmalen Hülsen. Durch die Verwendung von restzahngestragenen und knochengetragenen Surgi-Guides® in Verbindung mit dem verwendeten Hülsensystem ist in jeder Operationsphase zudem eine visuelle Kontrolle der Bohrvorgänge am Limbus alveolaris möglich (■ Abb. 1).

Bei diesem Verfahren wurde von einem Stanzvorgang und damit unnötigen Verletzen der „attached“ Gingiva abgesehen. Insbesondere ist dieses wichtig, weil dadurch unnötig hochwertige für die ästhetische Zielsetzung unverzichtbare Schleimhaut verloren ginge, die trotz minimal invasiven Vorgehens erhalten werden sollte. Durch eine Schnittführung auf dem Alveolarfortsatz und nur minimal invasives Präparieren werden ideale Voraussetzungen für den gesamten Einheilprozess geschaffen. Die Schleimhaut wird nur im Bereich der Implantationsstelle eleviert und durch die exakt 1 mm oberhalb des Knochens endende Bohrhülse vestibulär sowie lingual und palatinal fixiert. Dadurch ist zusätzlich eine visuelle Kontrolle der knöchernen Strukturen im Bereich der Eintrittsstelle des Implantates möglich, was sicherlich zu einer höheren Sicherheit im Rahmen der Gesamtversorgung beiträgt (■ Abb. 2).

Unter der Voraussetzung einer Primärstabilität zwischen 32 und 45 Ncm bei exakter Höhenpositionierung ist insbesondere im Bereich des Unterkiefers eine Sofortbelastung möglich. Die Implantate sollten nach Entfernung der Operationsschablone nochmals mit mindestens 32 Ncm separat belastet werden, um die-

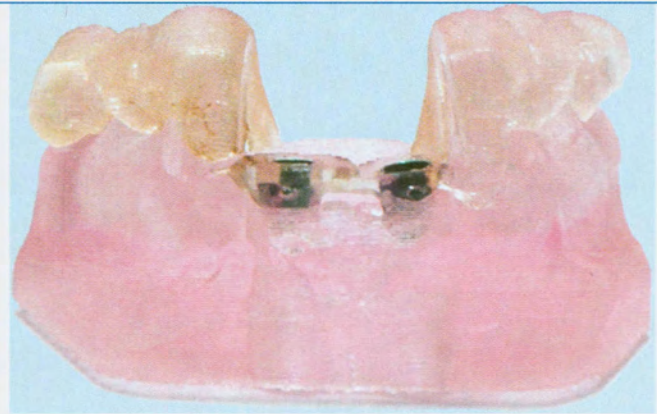
se Voraussetzung sicher zu gewährleisten.

Bei der Verwendung von Operationsschablonen mit okklusalen Stopps kommt es systembedingt beim Anschlag der Stopps auf der Bohrhülse zu hohen Drehmomenten, die eine Primärstabilität auch nur vortäuschen könnten. Von der Verwendung von Systemen, die eine klinische Kontrolle der Fixtoren nicht vorgeben oder nicht ermöglichen, sollte Abstand genommen werden. Insbesondere die Sofortbelastung bei komplexen Fällen hat in jüngster Vergangenheit offensichtlich zu diversen Problemen geführt. Dies kann durch die hier beschriebene klinische Vorgehensweise völlig ausgeschlossen werden.

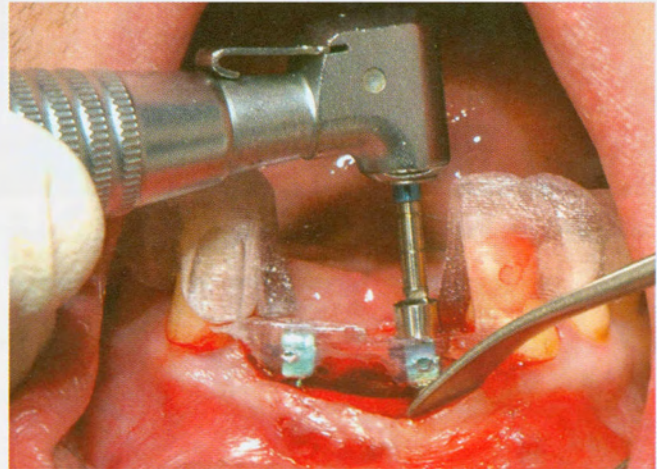
Die Implantate konnten aufgrund des zweizeitigen Vorgehens mit einer ausreichenden Volumenrekonstruktion in einem 1. Schritt und primärstabiler Implantatinsertion in einem zweiten Schritt erst nach dreimonatiger Einheilzeit des kortikospongiösen Transplantates primärstabil sicher eingesetzt werden. Das weitere klinische Vorgehen mit der Sofortbelastung solcher Fixtoren sollte von den während der Operation klinisch erreichten Parametern abhängig gemacht werden. Neben der Primärstabilität der Implantate sollte intraoperativ die virtuelle Implantatposition klinisch überprüft werden. Nur mit entsprechender Knochenüberdeckung vestibulär respektive lingual und palatinal sollte eine Sofortbelastung durchgeführt werden.

## Fall 2: Implantation Oberkieferseitenzahnggebiet

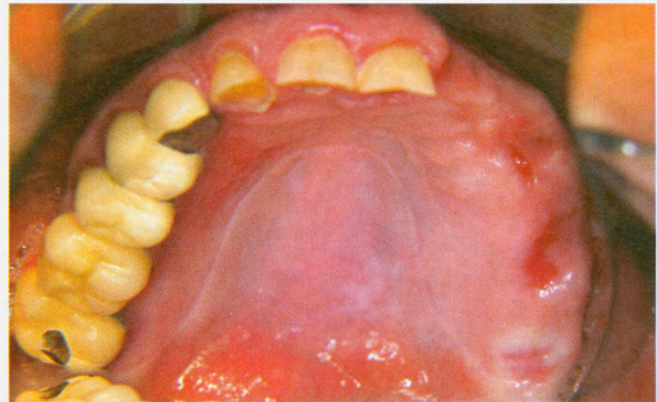
Im zweiten Fall wurde eine 68-jährige Patientin mit Freundsituation distal des Zahnes 21 versorgt (■ **Abb. 3**). Aufgrund der reduzierten vertikalen Dimension erfolgte die Implantatinsertion simultan mit einer Sinusbodenelevation durch autologe Spongiosa. Aufgrund des präoperativen Planungsgesprächs zwischen Operateur, Prothetiker und Techniker wurde auf die Insertion einer Fixtur in Regio 12 verzichtet. Durch die einseitige Freundsituation mit Verlust nahezu aller Zähne im linken oberen Quadranten war eine restzahngestützte Fixierung der Bohrschablone nicht mehr



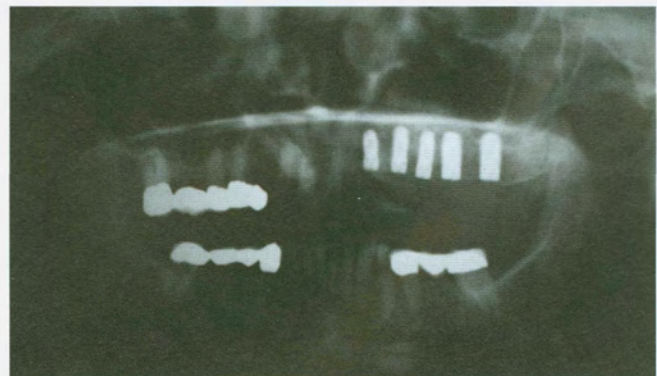
**Abb. 1** ▶ Skelettierte Bohrschablone auf Modell



**Abb. 2** ▶ Skelettierte Bohrschablone in situ



**Abb. 3** ▶ Klinisches Bild Patientenfall 2



**Abb. 4** ▶ OPG Patientenfall 2 postoperativ

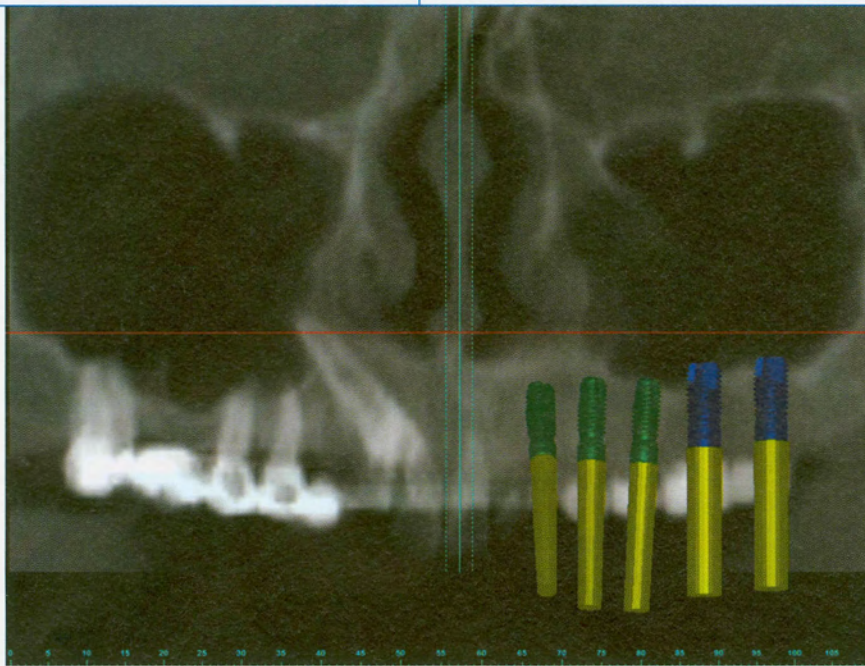


Abb. 5 ▲ Planungssituation Patientenfall 2

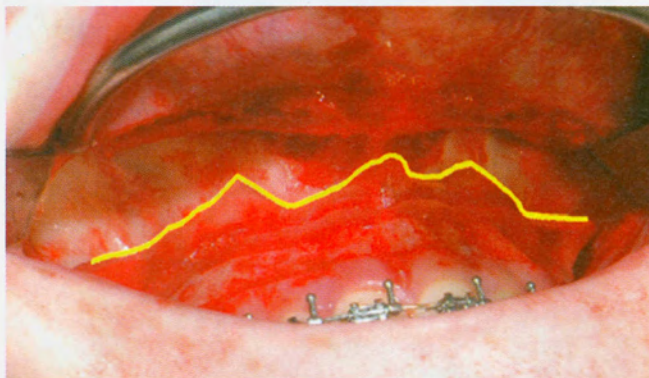


Abb. 6 ◀ Schablone mit Osteotomielinie in situ

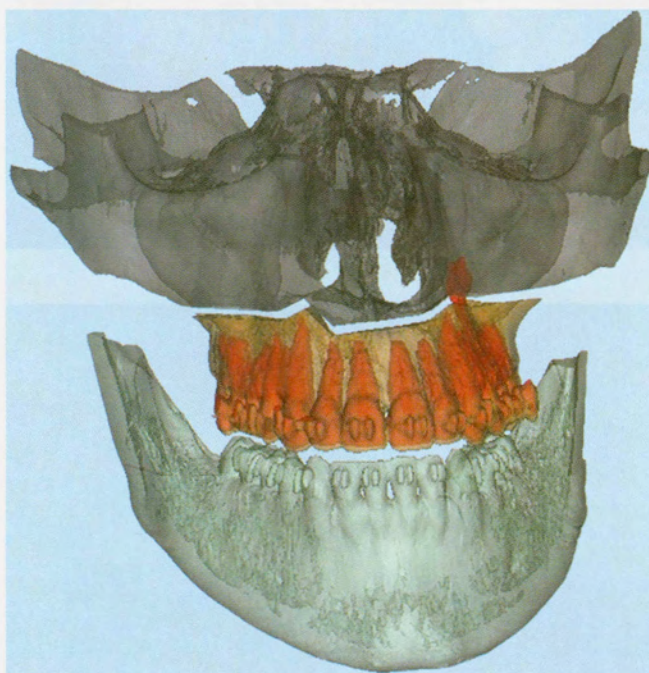


Abb. 7 ◀ Segmente der Dysgnathieplanung

möglich. Es wurde eine knochengetragene SurgiGuide® stereolithographisch hergestellt und den klinischen Vorgaben entsprechende Implantatdurchmesser verwendet. Bei ausreichender sagittaler Dimensionierung des Oberkiefers konnte eine knochengetragene stark skelettierte Schablone hergestellt werden. Die Schleimhaut wurde in einem klassischen Kieferkammschnitt eröffnet und trapezförmig aufgrund des simultan ablaufenden Sinusliftes nach vestibulär präpariert. Mit klassischem lateralem Zugang via Piezosurgery® zum Kieferhöhlenboden konnte eine sichere Präparation der Schneider-Membran erreicht werden. Durch den nur minimalen Zugang konnte das während des Bohrvorganges gewonnene Knochenmaterial in den Kieferhöhlenboden eingebracht werden und die Implantate präzise und kontrolliert via Bohrschablone inseriert werden. Der Vorteil einer solchen Planung besteht in der sicheren und präzisen Implantatpositionierung und sichereren und schnelleren Operationsdurchführung. Es wurde eine SurgiGuide® mit einem Indikator des Kieferhöhlenbodens kombiniert.

So ist entsprechend des Verlaufes des Sinus eine ultraschalloptimierte Operationstechnik präzise möglich. Sowohl die Implantatinserterion wie auch die Augmentierung des Sinusbodens können sicher durchgeführt und visuell überprüft werden.

Aufgrund des sehr langen Freiid-sattels der SurgiGuide® kann eine Fixation der Operationsschablone im distalen Segment durch eine Osteosyntheseschraube herbeigeführt werden. Diese in Zusammenhang mit der punktförmigen Abstützung der SurgiGuide® und der zahnge-stützten Führung im kontralateralen Segment führen zu einer sicheren und präzisen Handhabung auf skelettalem Niveau. Diese von uns häufig durchgeführte Schablonenfixierung ist sicherlich einer schleimhautgetragenen Variante in der Präzision weit überlegen (■ Abb. 4, 5).

### Präzision in der navigierten schablonengeführten Implantatchirurgie

Die Verwendung von Bohrschablonen auf der Basis einer 3-D-Technik sugge-

# Innovative Implantologie

## Titanmagnetics®

Sicherer Halt für Hybrid- und Totalprothesen, besonders in der Geroprothetik. **Titanmagnetics® gibt es für über 60 Implantatanschlüsse - von Ankylos bis ZL-Duraplant.**



## coOrdination®

Titanhülsen für die Implantatplanung und -chirurgie. Forensische Sicherheit durch Umsetzung der Planung mit Schablone. Einzel- und Doppelhülsen für **Planungs- und Bohrschablonen.**



**Sonderpreis:**

**10 Planungshülsen D 2,35 L10**

**39,- € statt 49,- €**

(zzgl. MwSt. + Versand)

**Bestellcode MKG-1/08,**

**gültig bis 30.06.2008**

*Fragen Sie auch nach der Gesamtübersicht.*

**www.steco.de**

riert vielen Implantologen eine höhere Sicherheit bei der chirurgischen Realisation. Leider hat die Implantatindustrie durch ein aufwendiges Marketingkonzept zu diesem Glauben beigetragen. 3-D-geplante Implantologie könnte auch in der Hand des Unerfahrenen zu schnellen und sicheren Ergebnissen auch komplexer Situationen führen.

Die gesamte Durchführung einer solchen Operationstechnik erfordert aber gerade intensive und langjährige Operationserfahrung. Nicht selten kommt es intraoperativ zu Situationen, die die Verwendung der Schablonen nur eingeschränkt oder nicht mehr ermöglichen. Spätestens dann ist die Operationserfahrung gefragt, die die Operation zielführend auch ohne 3-D-Technik beenden kann. Dies ist vor allem bei einer Diskrepanz zwischen der virtuellen 3-D-Planung im 3-D-Bild und der wirklichen klinischen Situation nötig. Es gibt derzeit in der gesamten wissenschaftlichen Literatur keine Studie, die eine Vergleichsanalyse der wissenschaftlich etablierten Systeme beschreibt. Systembedingt kommt es zu einer Abweichung der Hülsenpositionierung von der ursprünglich virtuellen auf die reale Implantatposition und damit zu einer selten kritischen klinischen Situation. In jedem Fall muss sichergestellt sein, dass die Implantate die notwendige knöcherne Überdeckung zirkumferent aufweisen. Ansonsten muss die Implantatinsertion intraoperativ mit einer augmentativen Maßnahme versehen sein. Die wenigen zur Verfügung stehenden Literaturdaten beschreiben eine laterale Abweichung und Diskrepanz von der virtuellen zur klinischen Situation von bis zu 1 mm. Bei einer minimalen Knochenüberdeckung der Implantate von gleichfalls 1 mm wäre so eine Sicherheitsplanungsreserve im Bereich des Knochens von mindestens 2 mm in der Sagittalen sowohl nach bukkal wie auch nach lingual und palatinal vonnöten. Dies subsumiert mit einem Implantatdurchmesser von in der Regel 3,75 mm und mehr würde sagittale Strukturen erfordern, die wir bei unseren Implantatpatienten nur selten vorfinden. Die systembedingte Abweichung auch unter idealen technischen Voraussetzungen erfordert unserer Meinung nach eine si-

chere klinische Kontrolle der geplanten Implantatpositionierung. Aus den oben genannten Gründen ist deshalb eine sog. „Punchtechnik“ nur bei wenigen Patienten und damit bei eher selteneren Indikationen möglich und sicher.

## Weitere Option des SimPlant™-Systems

Die Planung und Behandlung komplexer dysgnathiechirurgischer Eingriffe kann ebenfalls mithilfe stereolithographischer Schablonen durchgeführt werden.

Anhand eines weiteren Falles möchten wir zeigen, mit welchen Planungstools dieses System einen bimaxillären Eingriff unterstützen kann.

## Fall 3: Virtuelle Planung in der Dysgnathiechirurgie

Eine 17-jährige Patientin mit Longface-Syndrom und Laterognathie wurde interdisziplinär aufgrund der 3-D-Datenanalyse geplant. Zur Verringerung der Traumatisierung des Mittelgesichtes wurde der Eingriff unterhalb der Le-Fort-I-Ebene mit einer ultraschallgesteuerten Osteotomie durchgeführt. Diesbezüglich wurden speziell hergestellte Ultraschallansätze verwendet. Um im Bereich der Apices der Oberkieferzähne eine Traumatisierung sicher zu vermeiden, wurde eine spezielle knochengetragene, stereolithographisch hergestellte Mittelgesichtsschablone verwendet, die den Verlauf der Osteotomielinie beschrieb (Abb. 6). Der Oberkiefer wurde im Seitenzahnbereich unter Schonung der Kieferhöhlenschleimhaut mit dem Ultraschallinstrument bogenförmig nach palatinal osteotomiert. Gleichfalls wurde die ultraschallgesteuerte Osteotomie bogenförmig lateral um die Maxilla herumgeführt. Im Frontzahnsegment erfolgte die Osteotomie unterhalb des Nasenbodens ebenfalls bogenförmig nach palatinal, sodass der gesamte palatinal gestielte Oberkieferalveolarfortsatz mobilisiert werden konnte (Abb. 7). Es erfolgte die Fixierung in der lateralen, kranialen neuen Position durch einen stereolithographisch hergestellten okklusalen Splint konventionell durch Osteosynthese im Bereich der Apertura pi-



**Abb. 8** ◀ Stereolithographisch hergestellter Splint auf Modell

riformis und Crista zygomaticoalveolaris. Die Mobilisierung des Unterkiefers erfolgte ebenfalls ultraschallgesteuert, sodass über einen zweiten stereolithographisch hergestellten Splint die virtuell geplante optimale Positionierung der gesamten Mandibula erreicht werden konnte (▣ **Abb. 8**). Durch die minimal traumatisierende Operationstechnik sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer konnte der gesamte Eingriff ambulant durchgeführt werden. Die dreidimensionale Planung mit dem SimPlant™-OMS-System lässt ein sehr hohes Maß an Präzision und Sicherheit und in Kombination mit modernen Ultraschalltechniken eine gleichzeitig verringerte Komplikation im Vergleich zum konventionellen Vorgehen erreichen.

Die weitere Entwicklung dieses Systems ermöglicht an einem virtuellen 3-D-Modell die Planung aller Operationsschritte. Der Einsatz eines sog. virtuellen Okkludators wird den Indikationsbereich erweitern.

### Schlussfolgerungen

Computergestützte Operationstechniken werden sicherlich zukünftig in verschiedenen Bereichen der maxillofazialen Chirurgie und Implantologie zunehmend an Bedeutung gewinnen. Der Einsatz und die Zuhilfenahme solcher Techniken erfordert ein genaues technisches Vorgehen bei der Herstellung von Schablonen auf der Basis von exakt

hergestellten radiologischen Datensätzen. Bei Berücksichtigung der Indikation und auch in Kenntnis von möglichen Abweichungen zwischen Virtuellem und klinischer Wirklichkeit können Operationsschablonen eine große Unterstützung für den Operateur und ein zusätzliches Sicherheitselement sein.

Die Anwendung von Operationsschablonen sollte erfahrenen Operateuren nach entsprechender Einarbeitung vorbehalten bleiben, um diese Ziele zu erreichen.

Die von uns verwendete SimPlant™-Planungssoftware bietet differenzierte Möglichkeiten in der Implantatplanung und Schablonenherstellung wie auch in der maxillofazialen Chirurgie.

### Fazit für die Praxis

Die virtuelle Planung bietet eine Optimierung und Standardisierung bei komplexen Eingriffen und ermöglicht eine reduzierte Operationszeit bei verbesserter Sicherheit. Im Einzelfall ist durch den planenden Operateur immer auch der technische Aufwand gegenüber den erweiterten Kosten abzuwägen. Bei komplexen Fällen ist dies immer zum Nutzen des Patienten zu berücksichtigen.

### Literatur

Die Literatur kann bei den Autoren angefordert werden.

### Korrespondenzadresse

Dr. K. Dawirs



Rü-Klinik  
Girardetstraße 1,  
45131 Essen  
rue-klinik@t-online.de

**Interessenkonflikt.** Die korrespondierenden Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.



- Kongressnews
  - Spannendes aus der Welt der Medizin
  - Interviews
- Jeden Monat neu!

Jetzt kostenlos downloaden unter  
[www.springer.de/podcast](http://www.springer.de/podcast)