

MKG-Chirurg 2008 · 1:37–42
 DOI 10.1007/s12285-008-0003-z
 Online publiziert: 3. März 2008
 © Springer Medizin Verlag 2008

Redaktion

E. Esser, Osnabrück
 S. Haßfeld, Dortmund

R.T. Lange

Gemeinschaftspraxis für Mund-, Kiefer- und plastische
 Gesichtschirurgie, Mönchengladbach

Computergestützte Implantologie mit dem med3D-Verfahren

Die Voraussetzung für einen chirurgischen und prothetischen Implantationserfolg ist die exakte und sorgfältige individuelle Implantatplanung unter optimaler Ausnutzung des vorhandenen knöchernen Angebotes. Die Grundlage hierfür bietet der DICOM-Datensatz für alle computerunterstützt erstellten Bohrschablonen [5, 6]. Durch die zunehmende Dosisreduzierung der dreidimensionalen Röntgendiagnostik und die Verminderung der Artefakte durch das Cone-Beam-Verfahren kann auf implantatprothetische Bohrschablonen in der Implantologie, insbesondere bei komplexen Versorgungen, nicht mehr verzichtet werden [9]. Hierbei stehen grundsätzlich zwei Methoden zur Verfügung: die schablonen- und die instrumentengeführten Systeme. Beim med3D-Verfahren handelt es sich um die Herstellung einer implantatprothetischen Führungsschablone auf der Basis zweier Komponenten, der exakten Planungssoftware implant3D (med3D GmbH, Heidelberg) und des Positionierers X1med3D (Georg Schick Dental GmbH, Schemmerhofen). Letzterer liegt jetzt auch in automatisierter Form als X2med3D (Georg Schick Dental GmbH) vor.

Herstellung der CT-Schablone

Im Sinne des „backward planning“ erfolgt die Zahnaufstellung in der Röntgenschablone nach funktionell phonetischen, ästhetischen und prothetischen Richtlinien. Damit die Zahnposition bei der Röntgendiagnostik erkennbar ist,

wird Bariumsulfat dem Kunststoff mindestens im Verhältnis 1:4 zugefügt. Um die spätere Planung zu erleichtern und zu optimieren, können zentrale, achsengerechte Bohrungen angelegt werden, die dann als Richtungsindikatoren dienen (■ Abb. 1). Bei der Aufstellung der Bariumsulfatzähne sollten die Zähne klar separiert sein und bis auf das Schleimhautniveau reichen (■ Abb. 2).

Für die Basisplatte wird der identische Kunststoff verwendet, jedoch ohne Bariumsulfat. Abschließend wird die systemimmanente Legoplatte in die Basisplatte einpolymerisiert. Bei diesem Vorgang muss die Legoplatte außerhalb der Okklusionsebene zu liegen kommen, um spätere Artefakte durch vorhandenen Zahnersatz so weit wie möglich auszuschließen. Auf diese mit einer Legoplatte kombinierte Basisplatte wird bei der

Röntgenuntersuchung der für die Kalibrierung mit der Software notwendige Steckbaustein (LEGO®) aufgesetzt. Die-



Abb. 1 ▲ Führungsbohrung Markierungspunkt Regio 44

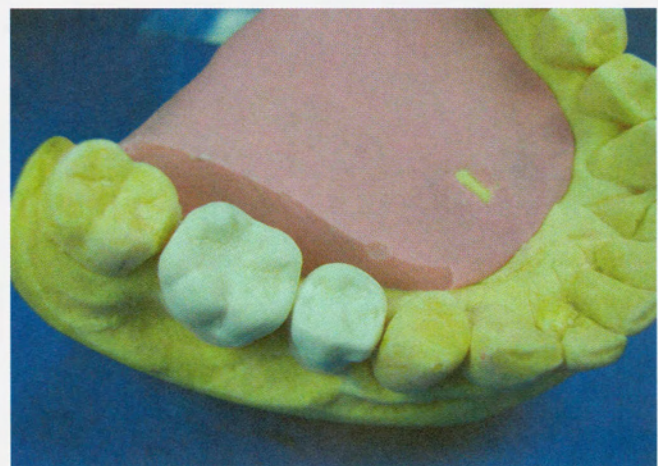


Abb. 2 ► Separierte Zähne

R.T. Lange

Computergestützte Implantologie mit dem med3D-Verfahren**Zusammenfassung**

Die zunehmende Komplexität der implantatprothetischen Rehabilitation bei verminderter Knochenangebot fordert aus biomechanischer, biologischer, chirurgischer und prothetischer Sicht die optimale Ausnutzung des lokoregionalen Knochens und minimalinvasive operative Maßnahmen bei Schonung der anatomischen Strukturen. Im Vergleich zu anderen Systemen bietet das med3D-Verfahren (med3D GmbH, Heidelberg, Deutschland) hierfür aufgrund seiner hochpräzisen Diagnostik und intraoperativen Unterstützung eine gute Grundlage, gleichzeitig erfordert es einen geringen zeitlichen Aufwand für den Behandler. Der Vorteil des med3D-Verfahrens liegt neben der exakten Implantatpositionierung in der teilautomatisierten Berechnung des Mandibularkanals und in der genauen

Kontrollmöglichkeit der Bohrschablone. Durch die Anschlagbohrung sind sowohl eine exakte Lage- als auch Tiefenbestimmung möglich. Da die Diagnostikschablone als Therapieschablone dient, ist der logistische Aufwand gering und die Transfergenauigkeit erhöht. Der Behandler ist somit in der Lage, bei gegebenen anatomischen und biomechanischen Voraussetzungen eine vollständige Implantat- und Suprakonstruktionsplanung in Echtdimension zu erstellen und diese mit einem minimalinvasiven Eingriff als Sofortversorgung zu realisieren.

Schlüsselwörter

Schablonengeführtes Implantationsverfahren · Computergestützte Implantatplanung · Transfergenauigkeit · implant3D

Computer-assisted implant with the med3D procedure**Abstract**

The increasing complexity of rehabilitation after prosthesis implant with decreased availability of bone demands, from biomechanical, biological, surgical and prosthetic aspects, the optimal utilization of local bone and minimally invasive operation techniques for conservation of the anatomical structures. Compared with other systems the med3D procedure (med3D GmbH, Heidelberg, Germany) offers a good basis and is less time-consuming for the surgeon due to its highly precise planning diagnostics and intraoperative support. The advantages of the med3D procedure lie in the accurate implant positioning by the semi-automated computation of the mandibular canal and in the exact controllability of the drilling template. Accurate

determination of the implant position and depth regulation are made possible by the adjustable drilling stop. As the diagnostics template also serves as the treatment template, the logistic effort is low and transfer errors are avoided. Under conditions of known anatomical and biomechanical prerequisites, the surgeon is in a position to realize a complete planning of the implant and prosthesis supraconstruction in real dimensions even as an immediate restoration, with a minimally invasive surgical procedure.

Keywords

Template-guided implantation procedure · Computer-assisted implant planning · Transfer accuracy · implant3D

ser sollte bei Verwendung des Cone-Beam-Verfahrens ebenfalls röntgenopak sein. Bewährt hat sich hierbei neben der Herstellung mit Bariumsulfat ein Titanlegobaustein, der die optimale Kalibrierung und damit die ideale Verbindung zwischen virtueller und realer Situation ermöglicht. Um ein Verwackeln der Aufnahme zu verhindern, sollten zusätzlich Stützen für den Gegenbiss eingebracht werden. Zur Überprüfung der exakten Kalibrierung des Legobausteins gibt es die Möglichkeit, in der Software später markante Punkte im Bereich des Restzahnbestandes anzufahren oder durch zwei Markierungspunkte im Bereich der Schablone (Abb. 1) die Überprüfung der Genauigkeit zu erweitern.

Röntgendiagnostik

Die Computertomographie hat sich als Methode zur exakten räumlichen Analyse und Darstellung anatomischer Gegebenheiten durchgesetzt. Die in Studien nachgewiesene Genauigkeit liegt im Bereich von 0,33–0,5 mm und ist daher als Datengrundlage ausreichend präzise [1, 2, 4, 10].

Der entscheidende Vorteil des Cone-Beam-Verfahrens, wie es z. B. bei der digitalen Volumentomographie (DVT) benutzt wird, liegt in der Verminderung der Metallartefakte. Besondere Aufmerksamkeit muss bei der Aufnahme auf den exakten Sitz der Schablone sowie auf eine optimale Bissperrung gelegt werden, damit der Legobaustein im Computertomogramm nicht durch Metallartefakte überlagert wird. Insbesondere bei DVT-Aufnahmen ist wegen der im Vergleich zur CT längeren Untersuchungszeit auf eine ruhige und stabile Lagerung des Patienten zu achten, um auch hier Bewegungsartefakte zu vermeiden.

Implantatplanung

Der gewonnene DICOM-3-Datensatz wird in die Software implant3D eingelesen und kann zwei- oder dreidimensional auf dem Display angezeigt werden. Durch die intuitive Menüführung im Bereich dieser Implantatplanungssoftware kann der Behandler einfach und mit wenigen Schritten eine präzise Pla-

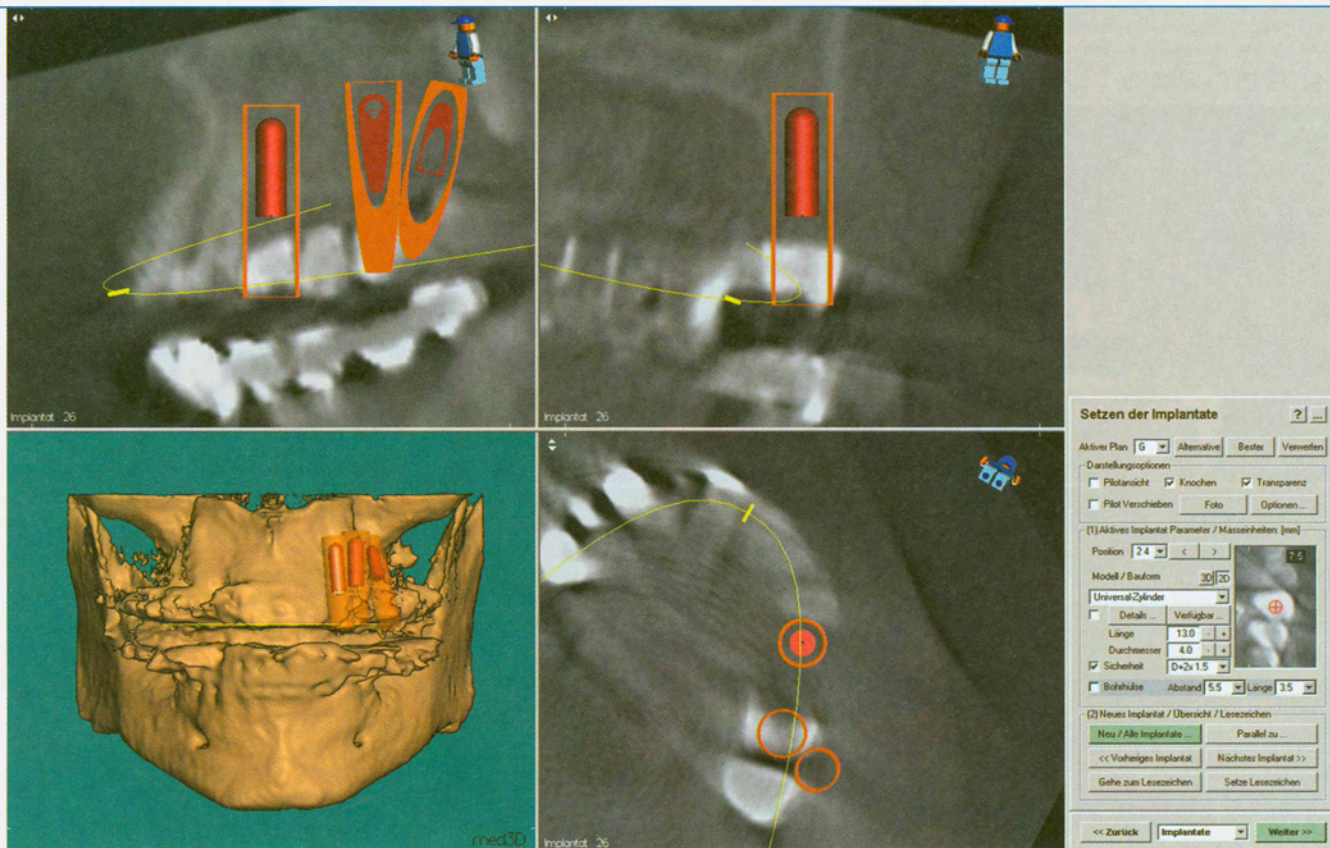


Abb. 3 ▲ Sicherheitszylinder und Führungspin

nung erstellen. Das Einblenden von Implantatkörpern unterschiedlicher Hersteller erlaubt die Darstellung der Implantatdimensionen und der Positionierung sowie die Planung der Suprakonstruktion in Echtdimensionen. Dabei erfolgt die Darstellung implantatzentriert (Abb. 3).

Hervorzuheben ist hier die exakte Kalibrierungsmöglichkeit des Legobausteins einschließlich zweier Kontrollmarkierungen, die automatisierte Darstellungsmöglichkeit der Nerven, die Berechnung von Augmentationsvolumina und das manuelle Beseitigen von Artefakten. Des Weiteren ermöglicht das dreidimensionale Bild die Anzeige von Querschnittflächen, die genaue Festlegung von Sicherheitsabständen (Sicherheitszylinder) im Bereich der Implantatplanung (Abb. 3) und eine exakte parallele Ausrichtung der Implantate zueinander durch die Nutzung langer Implantatachsen (Abb. 4) [11].

Die Abstände zum knöchernen Niveau und die Hüslenlänge können individuell eingestellt werden.

Herstellung der Bohrschablone

Das Endergebnis der virtuellen Implantatplanung (Bohrplan) dient dazu, den dreidimensional verstellbaren Bohrtisch (X1med3D-Positionierer) mit mechanischer Parallelstruktur exakt einzustellen. Unter Zuhilfenahme dieses Positioniergerätes erstellt der Zahntechniker eine der virtuellen Computerplanung entsprechende schleimhaut- oder zahngestützte Bohrschablone mit integrierten Führungshülsen. Hierfür stehen unterschiedliche Hüslensysteme zur Verfügung. Neben dem Einhüslensystem für eine zentrale Führungsbohrung können auch mehrere Bohrungen mit Hüslens unterschiedlicher Durchmesser in aufsteigender Größe durchgeführt werden (steco-system-technik GmbH & Co. KG, Hamburg) (Abb. 5). So kann auch ein Hüslensystem als Bestandteil des NobelGuide™-Verfahrens (Nobel Biocare Deutschland GmbH, Köln) eingesetzt werden, das überdies eine Sofortversorgung erlaubt (Abb. 6).

Nach Fertigstellung der Schablone wird die Lage der Hüslens anhand des automatisch mit dem System ausgedruckten Prüfbogen kontrolliert und damit die Genauigkeit dokumentiert (Abb. 7). Auf der Basis dieser gewonnenen Werte besteht auch die Option, provisorische Sofortversorgungen anzufertigen, die nach dem operativen Einbringen der Implantate bei entsprechenden anatomischen Gegebenheiten sofort eingegliedert werden können.

Operatives Vorgehen

Präoperativ wird zunächst der ordnungsgemäße passgenaue Sitz der Bohrschablone geprüft, was durch die Legoplatte als zentrale Auflagefläche auch bei zahnlosen Patienten realisierbar ist. Für eine exakte Positionierung besteht die Möglichkeit, Fixationspunkte anzubringen, die sich mit der implant3D-Software planen lassen (Abb. 8). Die Bohrungen können in diesem Falle transgingival oder nach minimalinvasiver Anhebung eines Mukoperiostlappens durchgeführt werden.

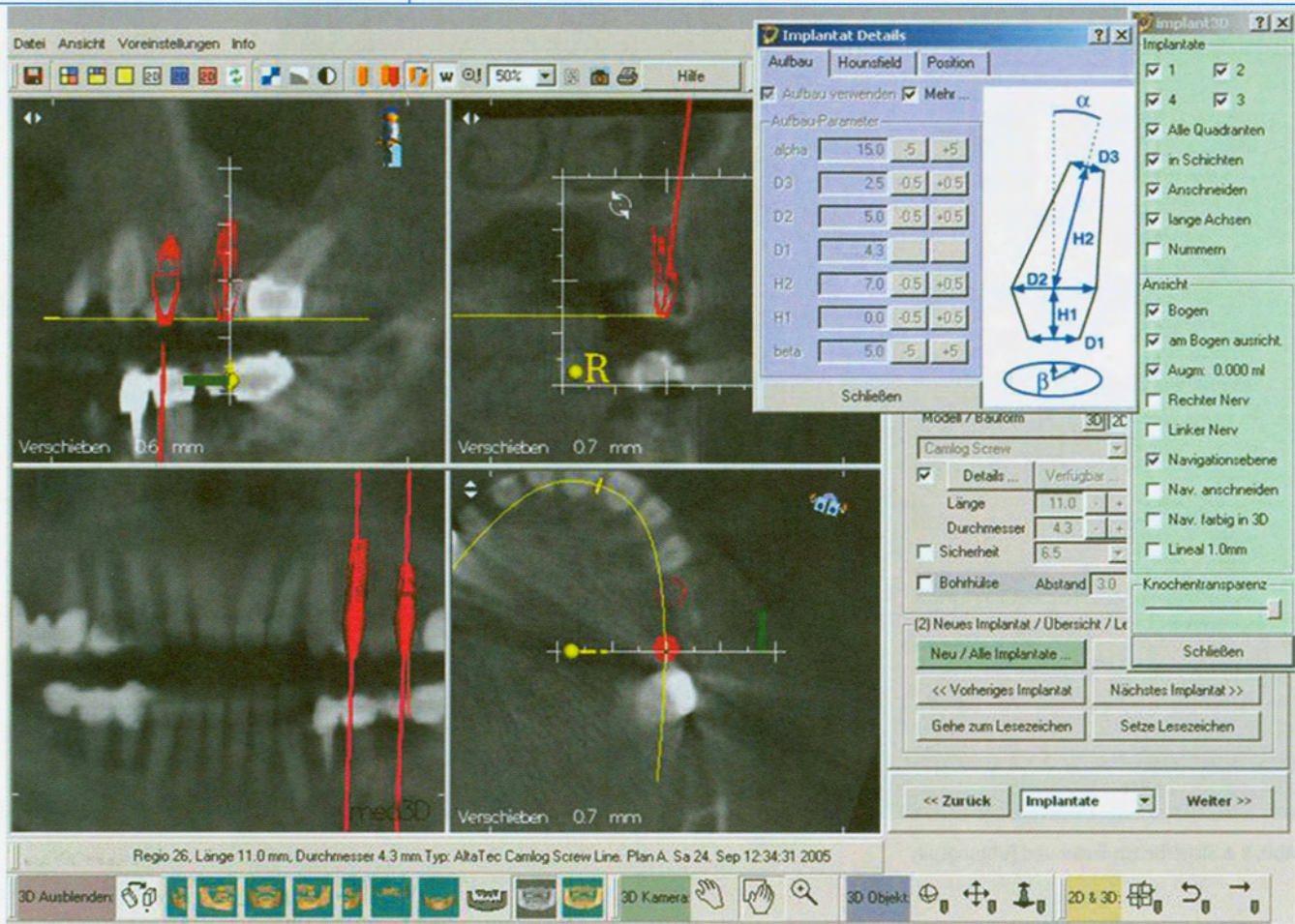


Abb. 4 ▲ Lange Implantatachsen – Planung der Suprakonstruktion



Abb. 5 ◀ STECO®-Hülsen

Daran anschließend erfolgt die exakte tiefenbestimmte Führungsbohrung mit einem 2-mm-Pilotbohrer und die weitere Aufbereitung im Sinne des Hülsein-Hülse-Systems mit Bohrungen aufsteigender Größe (z. B. STECO®). Durch die Berechnung der Augmentationsvolu-

mina mit implant3D lässt sich der chirurgische Zugang für die Augmentation minimalinvasiv durchführen. Die implantatprothetische Führungsschablone kann sowohl bei der Durchführung des Sinuslifts als auch bei der Knochenspreizung genutzt werden. Hierfür ist es jedoch

notwendig, im Bereich der Bohrschablone Aussparungen für das spreizende Instrumentarium vorzusehen. Nach der Vorbereitung des Implantatbetts erfolgt die achsengerechte und tiefengenaue Integration der Implantate (Abb. 9).

Diskussion

In den vergangenen Jahren wurde eine Vielzahl implantatprothetischer Führungsschablonen entwickelt und auf den Markt gebracht [3, 4]. Das med3D-System bietet hierbei die Möglichkeit einer hochpräzisen Implantatplanung mit der Option, auch provisorische Sofortversorgungen herzustellen. Durch diese virtuelle Realitätsdarstellung lässt sich mithilfe der dreidimensionalen Diagnostik die Implantatinserterion in der Echtdimension für komplexe und anatomisch schwierige Fälle umsetzen [4, 7, 8].

Wichtig hierbei ist, dass zu allen schablonen- oder instrumentengeführ-

ten Implantatplanungsverfahren diagnostische Daten von früheren Aufnahmen herangezogen werden. Neben dem med3D-System mit seiner computerunterstützt erstellten Bohrschablone besteht auch die Möglichkeit, die instrumentengeführten Navigation mit der implant3D-Software im MONA_DENT-Planungs- und Navigationssystem (IMT GmbH, Dortmund) zu nutzen [12].

Die Vorteile des med3D-Systems liegen:

- in der äußerst einfachen und schnellen intuitiven und virtuellen Implantatplanung unter Berücksichtigung der anatomischen Strukturen durch:
 - die teilautomatisierte und individuell korrigierbare Nervendarstellung,
 - das Anlegen von Sicherheitszylindern für einzuhaltende Mindestabstände,
 - ein Prothetikaufsichtsfenster mit exakter Superkonstruktionsplanung,
 - die Darstellung von Augmentationsvolumina,
 - die individuelle Auswahl der gewünschten Bohrhülensysteme,
 - das Anlegen sog. langer Achsen zur exakten parallelen Ausrichtung der einzelnen Implantate zueinander,
- im geringen Kosten- und Logistikaufwand durch:
 - die Herstellung nur einer Schablone (Diagnostik- entspricht Therapieschablone),
 - den vor Ort erreichbaren Zahntechniker und
- in der Überprüfung der Genauigkeit der angefertigten Schablone durch:
 - die Sicherheitsmarker und das Kontrollblatt.

Fazit für die Praxis

Im Vergleich der implantatprothetischen Führungsschablonen in unserer Praxis (SimPlant™, NobelGuide™, med3D) hat sich das med3D-Verfahren als präzise, praxistauglich, einfach, zeitsparend und kostengünstig erwiesen und seinen Stellenwert behauptet.



Abb. 6 ◀ Einzelhülse Regio 14, NobelGuide™-Hülse Regio 16

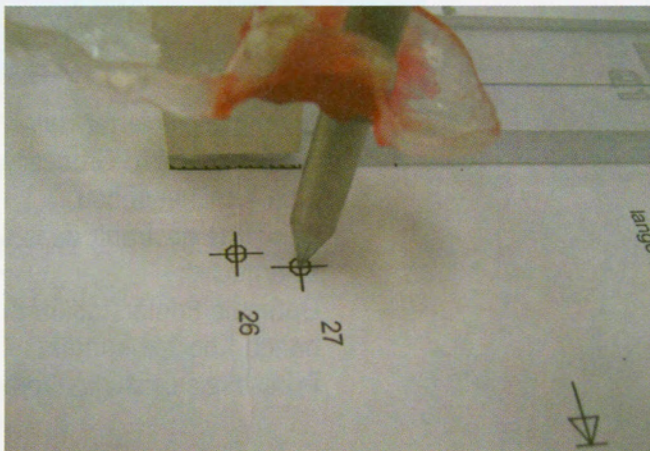


Abb. 7 ◀ Kontrolle der Hülse mit dem Prüfbogen

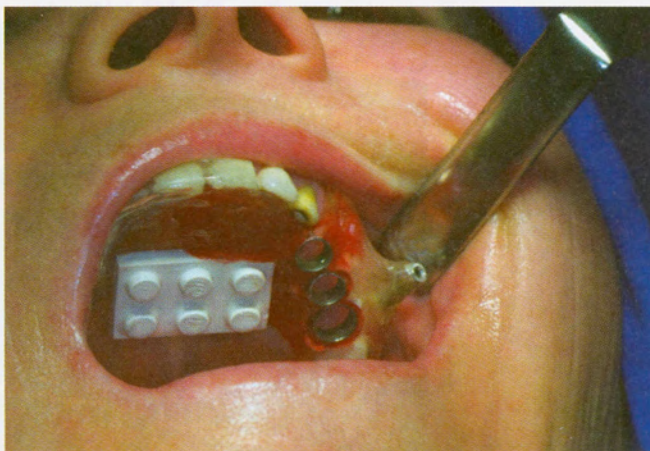


Abb. 8 ◀ Schablone in situ

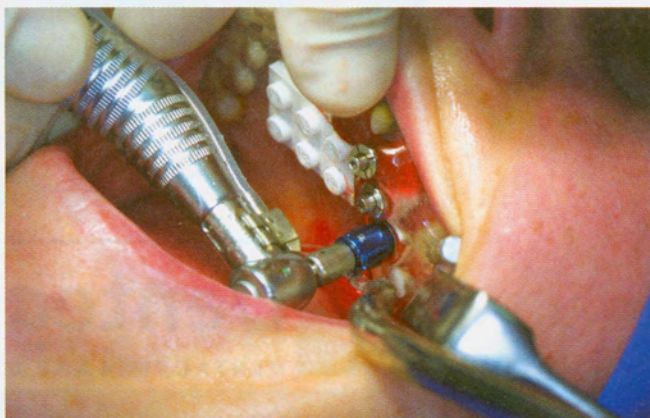


Abb. 9 ◀ Implantate in situ

Korrespondenzadresse

Dr. Dr. R.T. Lange



Gemeinschaftspraxis für
Mund-,
Kiefer- und plastische
Gesichtschirurgie
Stresemannstraße 1–7,
41352 Mönchengladbach
t.lange@lawe.info

Danksagung. Die Abbildungen 1, 2, 5, 6 und 7 wurden mit freundlicher Genehmigung von Herrn F. Schrott, Dentallabor Hamacher & Partner, Mönchengladbach, zur Verfügung gestellt.

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- Gagl A, Schultes G, Karcher H (2001) Navigational precision of drilling tools preventing damage to the mandibular canal. *J Craniomaxillofac Surg* 29: 271–275
- Goch I (2005) Vergleich metrischer Genauigkeit von Computertomographie, digitaler Volumentomographie und Orthopantomographie in der modernen Implantologie. Med. Dissertation, Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf
- Hassfeld S, Brief J, Stein W et al. (2000) Navigationsverfahren in der Implantologie – Stand der Technik und Perspektiven. *Implantologie* 8: 373–390
- Hassfeld S, Stein W (2000) Dreidimensionale Planung für die dentale Implantologie anhand computertomographischer Daten. *Dtsch Zahnärztl Z* 55: 313–325
- Hassfeld S, Streib S, Sahl H et al. (1998) Low Dose Computertomographie des Kieferknochens in der präimplantologischen Diagnostik. Grenzen der Dosisreduzierung und Genauigkeit von Längenmessungen. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2: 188–193
- Heurich T, Brief J, Hassfeld S (2000) Perfektion in der Implantologie durch computerunterstützte Implantatplanung und deren operative Umsetzung – Möglichkeiten und Grenzen. *Implantologie* 11: 9–26
- Heurich T, Wörtche R, Marmulla R, Hassfeld S (2002) Computergestützte Implantologie – Anwenderbericht über das System implant 3D. *Quintessenz* 54: 867–873
- Lange RT (2005) Schablonengestütztes Implantieren. *Implantol J* 5: 34–36
- Möbes O, Becker J, Schnelle C et al. (2000) Strahlenexposition bei der digitalen Volumentomographie, Panoramaschichtaufnahme und Computertomographie. *Dtsch Zahnärztl Z* 55: 336–339
- Nickenig HJ, Spiekermann H (2006) CT/DVT-basierte implantatprothetische Führungsschablonen vs. traditionelle Orientierungsschablonen. *Z Zahnärztl Impl* 22: 272–280
- Stein W (2001) Implantate und Prothetik dreidimensional planen und präzise übertragen. *DZW Spezial* 10: 10–11
- Weihe S, Kruse C, Franz E et al. (2007) Chancen, Nutzen und Probleme der Navigation in der dentalen Implantologie. *Digital Dental News* 1: 54–60