

Implants Special

Navigierte Implantatchirurgie

Das Therapieziel diktiert den Weg

von Dr. Dr. Ralf Luckey, M.Sc.*

HANNOVER – Dreidimensionale Diagnostik hat zu einer deutlichen Verbesserung der Planungsmöglichkeiten im Bereich der Implantologie geführt. Die genaue Kenntnis der anatomischen Situation erlaubt es, vorhandenes Knochenangebot besser auszunutzen, notwendige Augmentation vorherzusehen und anatomische Strukturen sicherer zu schonen. Aufgrund der metrischen Genauigkeit der bildgebenden Verfahren kann die ideale Implantatposition, unter Berücksichtigung individueller anatomischer und prothetischer Erfordernisse, virtuell genau festgelegt werden. Zur intraoperativen Umsetzung der Planung stehen Navigationsverfahren und computerunterstützt angefertigte Bohrschablonsysteme zur Verfügung. Die CT-Scan-Schablone

auf die Forensik wird sich die dreidimensionale Planung in den nächsten Jahren weiter durchsetzen. Schon heute werden in der Implantologie mehr als 20 Prozent aller Eingriffe mit DVT- oder CT-Unterlagen geplant und durchgeführt. Die Preise für die Systeme werden sich bei 60.000 Euro einpendeln und amortisieren sich somit innerhalb von spätestens fünf Jahren.

Überblick

Navigationsysteme erlauben die freie Führung des Instrumentes durch den Behandler und erlauben somit die Instrumentenführung unter konventioneller Behandlung. Die intraoperative Fusion vom Patientenmodell und realem Patienten wurde erstmals in der Neurochirurgie in Form eines stereotaktischen Rahmens vorgestellt. Dieser wurde als fest am Pa-

Rahmen eingesetzt, um im Schädel liegende Strukturen mittels eines Atlanten der Anatomie zu erreichen.

Erst die Entwicklung moderner dreidimensional aufnehmender digitaler bildgebender Systeme und neuer Koordinatensysteme ermöglichten, begünstigt durch die rasante Entwicklung der Leistungsfähigkeit der Rechensysteme, die Entwicklung moderner Navigationssysteme. Insbesondere dreidimensionale tomografische Verfahren wie die Computertomografie und die Magnetresonanztomografie versetzen die Behandler in die Lage, eine Behandlungsplanung in hochauflösenden dreidimensionalen individuellen Patientenmodellen durchzuführen und diese mittels dreidimensionaler Instrumentennavigation umzusetzen. Durch die digitalen Mess-

tes relativ zu den aufgenommenen Bilddaten.

Auch in der oralen Chirurgie wurde mit optischen Navigationssystemen, die allerdings für die Neurochirurgie oder Orthopädie konzipiert sind, experimentiert (Schramm et al., 2000, Edinger 2001, Schneider et al., 2002, Hassfeld et al., 2000 a). Bei diesen Experimenten wurde der Behandlungsablauf, die Instrumente und die Patientenlagerung den Anforderungen des Navigationssystems entsprechend verändert.

Die dentalen Navigationssysteme sind vollständig klinische Behandlungssysteme, die sich durch Software-Schnittstellen zu standardisierten bildgebenden Verfahren und Hardware-Adaptionen zu konventionellen chirurgischem Instrumentarium direkt in die dentalchirurgische



DZOI exclusive

kann, in Realzeit gesteuert. Diese Systeme basieren üblicherweise nicht auf präoperativ gewonnenen Bilddaten und erfordern daher keine Patientenregistrierung.

1. Vollautomatische Robotersysteme für die Ausführung eines einzelnen Arbeitsganges bei einem chirurgischen Eingriff. Systeme dieser Art sind orthopädische Systeme wie RoboDoc (ISS) und CASPAR (URS). Im Forschungsbereich ist das System für knieorthopädische Eingriffe von UHband und

ten der CT-Aufnahmen für die Planung bereit stehen.

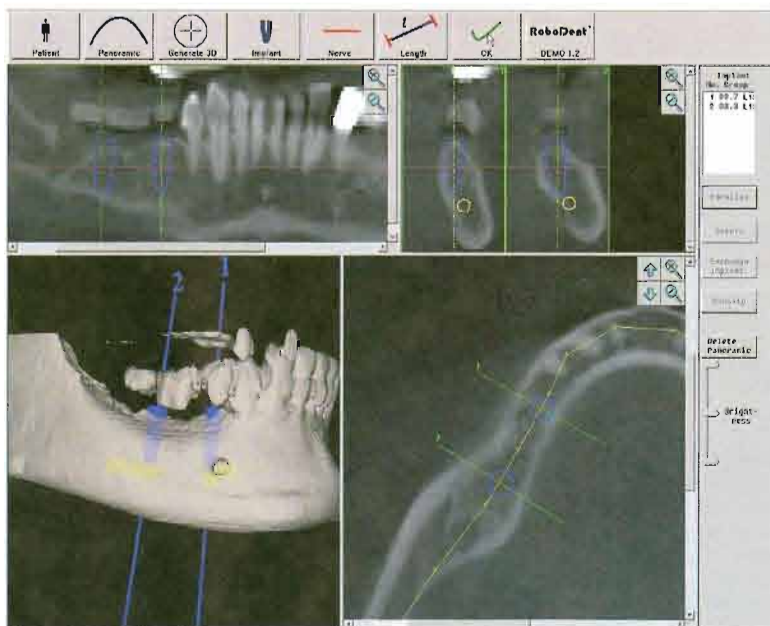
Der hohe Anspruch an die Einheit zwischen prothetischer und chirurgischer Implantatpositionierung und ein immer minimalinvasiveres Vorgehen erfordert eine dreidimensionale präoperative Planung. Basis ist zunächst immer die Datenakquisition, die in den meisten Fällen mittels Computertomografie und seltener mit Digitalen Volumetomografen/(New Town) erfolgt. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Bildqualität bei gleichzeitiger Reduktion der direkten und indirekten Strahlenbelastung führen zu einer immer breiteren Anwendung.

Die technische Genauigkeit der Bildgebung ist für die anschließenden Navigationsprozesse ausreichend. Die Datensätze stehen dann für die weitere Verarbeitung in verschiedensten Planungsprogrammen (coDiagnostiX®, Simplant, Materialise, med3D etc.) zur Verfügung. Die planungsgerechte Umsetzung erfolgt in der Regel mittels Schablonen (Nobel Guide) oder navigationsgestützt (RoboDent®, coNavix, SNN).

Kein System konnte sich bislang in Anwendung, Genauigkeit und Sicherheit von den anderen Systemen deutlich absetzen. Der Trend geht zu komplett ausgestatteten Systemen oder Komponentenlösungen. Im Hinblick



Intraoperative Navigation.



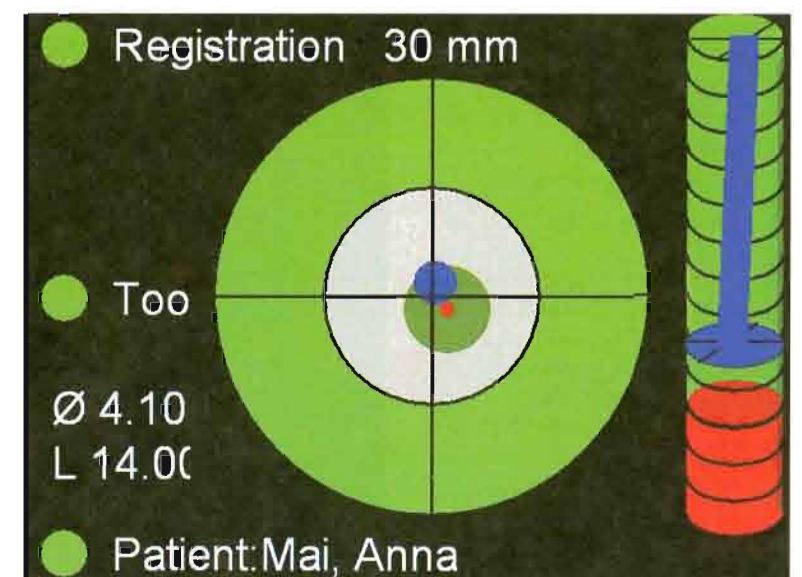
Dreidimensionale Bildschirmansicht.

dem lassen. Sämtliche Systemkomponenten sind auf mobilen Stationen untergebracht. Die Datenverarbeitung erfolgt auf Standard-PCs. Die Konzepte der Robotersteuerung in der Chirurgie nach Lüth et al., 1998 b können in die drei folgenden Gruppen eingeteilt werden:

1. Die Telemanipulationssysteme für Handhabung von endoskopischen Instrumenten. Beispiele für Telemanipulationssysteme sind Aesop, Zeus (Computer Motion), Endo Assist (Armstrong - Healthcare), Evolution 1 (URS) und Vinci/Endo Wrist (Intuitive Surgical). Diese Systeme führen Instrumente für minimalinvasive Eingriffe im Inneren des Menschen. Der Eingriff wird direkt durch den Chirurgen, der den Eingriff über ein Videobild beobachten

in London zu nennen (Davies et al., 1991).

3. Navigierte interaktive Robotersysteme als erweiterte Instrumentenhalterung und -führung. In diese Gruppe gehören Robotersysteme, an denen medizinische Instrumente, Implantate und Transplantate angebracht werden können, um diese für den Chirurgen relativ zum Patienten auszurichten und zu fixieren. Hier sind das MKM (Carl Zeiss), SurgiScope (Jojumarie GmbH, Berlin) als Mikroskopführung und Neuromate als rahmenlose Stereotaxieeinrichtung verfügbar. In der Forschung ist das generisch einsetzbare System Intelligenter Instrumentenhalter - IIH (Hein et al., 1999, Hein et al., 2001) zu nennen, mit dem für die Hyperthermie Hohlkathe-



Zielmonitor und Bohrtiefenüberwachung.

*Dr. Dr. Ralf Luckey ist Beratungsarzt im Deutschen Zentrum für orale Implantologie e.V. (DZOI)

ANZEIGE



Express Labor

Der Preis im Wandel

0800-5222255
www.express-labor.de

Wir sind zertifiziert nach ISO 9001:2000

VITA



Dr. med. dent. Dr. h. c. Ralf Luckey, M.Sc.

• leitender Zahnarzt des Diagnostikzentrums für

ter positioniert (Lüth et al., 1997) und Bohrmaschinen in der MKG-Chirurgie geführt werden können (Lüth et al., 1998a) (Lüth 2003b, Mende et al., 1999), neben der Möglichkeit, die Geräte ohne Registrierung zum Speichern und Wiederanfahren von Positionen oder zum parallelen Ausrichten von Instrumenten einzusetzen.

Die Präzision von Navigationssystemen konnte wesentlich erhöht werden, sodass Fehlerquoten unter 1 mm rangieren (Lüth 2003).

Operationen am Phantomkiefer wurden am Uni-Klinikum Heidelberg von Hassfeld und Brief vorgestellt. Hier wurden vergleichende Untersuchungen zwischen manuell geführten Bohrungen und Navigationsunterstützung und Freihandbohrungen durchgeführt. Interessant ist der Vergleich zwischen manuellen und navigierten Implantatpositionen im Endergebnis.

Erfahrene Chirurgen konnten beim manuellen Implantieren Abweichungen von 2 mm bis 3 mm nicht unterschreiten. Der maximale Fehler bei der Navigation lag bei 0,5 mm bis 0,8 mm. Hierbei handelte es sich ebenfalls um den gesamten Fehler von der Planung bis zur Vermessung der endgültigen Implantat-

Literaturverzeichnis

Bass D.; Buchholz R.D.; Foley K.T.; Pope T.; Smith K.R.; Wiedenmaier T.; Wiedenmaier U.: Surgical Navigation System Including Reference And Localization Frames 1996; WO9611624A2, World-Patent

Bergmann H.; Boeseke R.; Brief J.; Daueber S.; Hassfeld T.; Krempien R.; Muehling J.; Münchenberg J.; Pernozzoli A.; Ziegler C.: A Modular Software System for Computer Aided Surgery and its First application in Oral Implantology. 2000; IEEE Transactions on medical imaging, 19, pp. 1-620

Davis B.L.; Hibberd R.D.; Timoney A.; Wickham J.: A surgeon robot for Proctomies; Proc OF 5th Int. Conf. On Advanced Robotics, Pisa, 1991, pp. 871-875

Edinger D.: Intraoperative Navigation in Verbindung mit implantprothetischer Planung 2001; Deutsche zahnärztliche Zeitschrift, 56, pp. 415-418

Hassfeld S.; Brief J.; Krempien R.; Muehling J.; Raczowsky J.; Redlich T.; Stein W.; Ziegler C.: Navigationsverfahren in der Implantologie- Standtechnik und Perspektiven; (2000a) Implantologie, 4 pp. 373-390

Hein A.; Bier J.; Klein M.; Lüth T.; Queck J.; Schermeier O.; Stien M.: Integration and clinical Evaluation of an Interactive Controllable Robo-

tic System for Anaplastology; MICCAI 2001; Utrecht, Netherland, 14-17.Oct; pp. 1125-1132

Hein A.; Lüth T.: Image-based control of interactive robotics systems; Second International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI 1999); Cambridge, England, September 19-22, pp. 1125-1132

Lüth T.; Bier J.; Heissler E.: Navigations-Robotersysteme als Führungshilfen. In: Schlag PM, Graschew G (Hrsg) Tele- und computer-gestützte Chirurgie. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1998b, pp. 128-137

Lüth T.: Technical challenges in computer aided dental implantology Vortrag 1. Symposium Computer aided Surgery around the head Interlaaken. Schweiz 2003a, Feb. 27-march 1

Lüth T.: Eine der Navigation vergleichbare Genauigkeit ist freihändig nicht zu erreichen 2003b; DZW-Spezial 5/03

Lüth T.; Beier J.; Bier J.; Felix R.; Heissler E.; Stahl H.; Wolf M.; Wust P.: Comparison of Navigation Systems and a Robot System for Image-guided Implantation of Catheters 1997; Computer Integrated Surgery, Linz - Austria - September

Mende U.; Grabowski H.; Hassfeld S.; Krempien R.; Wannemacher M.; Wörn H.: 3D Ultrasound: a valuable

adjunct for staging and follow-up of head and neck tumors 1999; Radiology, 213, pp. 314-315

Meyer U.; Fillis T.; Joos U.; Lüth T.; Meier N.; Runte C. Wiesmann HP: Evaluation of accuracy of insertion of dental implants and prosthetic treatment by computer-aided navigation in minipigs. Br J Oral Maxillofac Surg 2003; 41, 102-108

Schermeier O.: Ein Navigationssystem für die dentale Implantologie, Dissertation im Fachbereich Biotechnik-Medizintechnik des Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik in Berlin 2000

Schermeier O.; Bier J.; Hein A.; Lüth T.; Szymanski D.: Accuracy of the Image Guided System for Oral Implantology, Computer Assisted Radiology and Surgery 2001

Schneider M.; Eckelt U.; Hietscholdt V.: Accuracy tests for the computer assisted insertion of dental implants at the model of the lower jaw 2002; CARS Computer Assisted Radiology and Surgery, San Francisco, June, pp. 939-944

Schramm A.; Gellrich N.C.; Gläser R.; Ranzelhof P.; Schmelzeisen R.; Schneider U.: Use and abuse of navigational surgery in oral implantation 2000; CARS Computer Assisted Radiology and Surgery, San Francisco, June, pp. 923-926

Abweichung der inserierten Implantate von 0,5 mm bis 0,9 mm gemessen.

Beim operativen Einsatz muss neben der klinisch relevan-

al., 2002, Meyer et al., 2005). Im Vergleich zu einer konventionellen Implantatinsertion zeigt sich das intraoperative Handling des Systems praktikabel, dennoch beansprucht die erforderliche

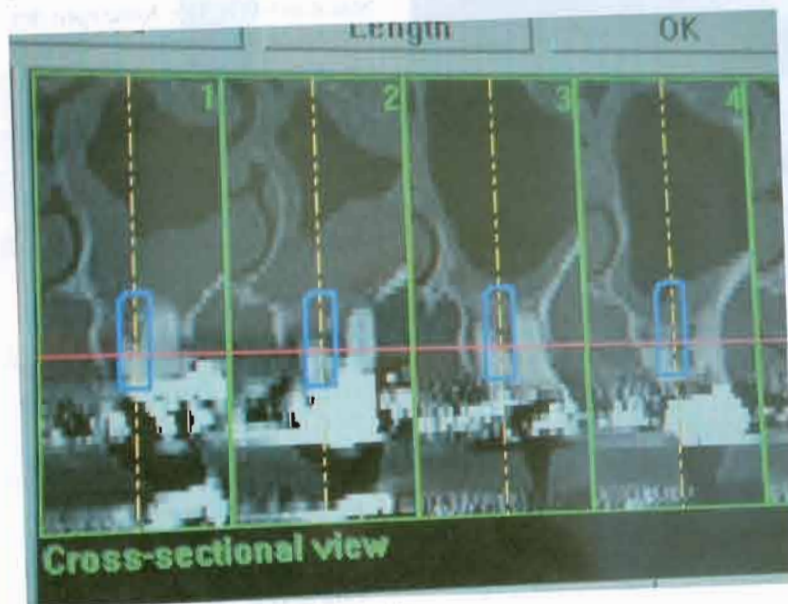
mit der Schiene ist der Einsatz von Bohrererlängerung relativ häufig erforderlich, sodass bei Implantationen im Oberkieferseitenzahnbereich eine ausreichende Mundöffnung des Pat-

2005 a, Schermeier, 2000, Schermeier et al., 2001). Ähnliche geringe Abweichungen erzielte eine Untersuchung an Göttinger Minischweinen. Hier wurde eine

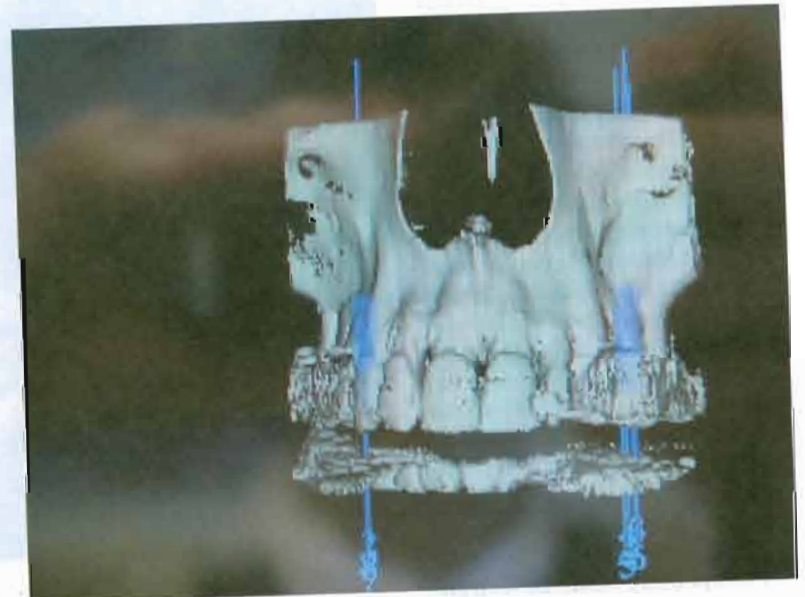
tueller Planung und intraoperativer Umsetzung auch die Handhabung des Systems Berücksichtigung finden (Bass et al., 1996, Bergmann et al., 2000, Fortin et

zwischen Kamerasystemen und optischen Markern an den Navigationsschienen eine Adaption des Operateurs und der Assistenz. Aufgrund von Interferenz

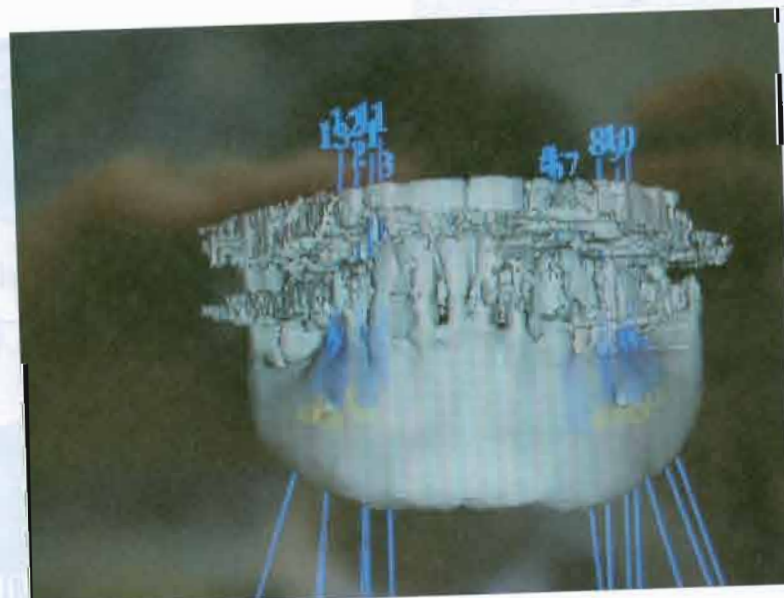
Zeitvorteile im Vergleich zu einer konventionellen Implantation ergeben bei der rein navigierten Implantation nur im



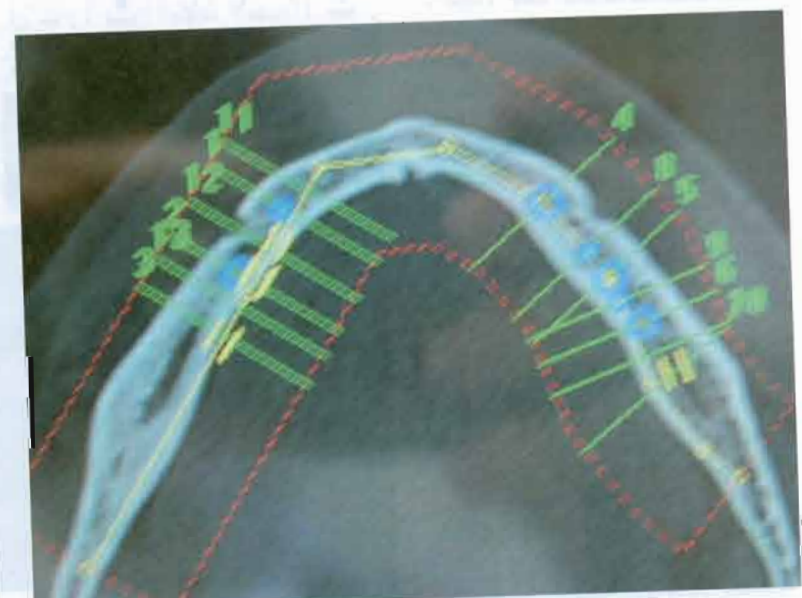
Virtuelle Implantatpositionierung - OK.



3-D-generierter Oberkiefer.



3-D-generierter Unterkiefer.



Virtuelle Implantatpositionierung Aufsicht UK.

Implantologie und Gesichtsästhetik (DIG) der Implantatzahnklinik in Hannover (IKH)

• Mastergrad für Implantologie, zertifizierter Implantologiespezialist, Beratungszahnarzt des DZOI, Fachjournalist, Autor

- Studium der Zahnmedizin an der Medizinischen Hochschule Hannover
- Zweitstudium: Ausbildung zum Master für Implantologie an Donau-Universität Krems, mit „Master of Science“ abgeschlossen
- leitender Zahnarzt im DIG
- seit 1995 Praxis in der Beindorff-Villa, Hannover
- Dr. Dr. Luckey führt die Zusatzbezeichnung „Tätigkeitsschwerpunkt Implantologie“ (zertifiziert durch den BDIZ) und besitzt das Qualitätssiegel „Spezialist Implantologie“ (DGZI). Dr. Dr. Luckey hat den Diplomatus-Status des ICOI, dem weltweit größten Implantologieverband der USA.
- seit 2003 „Spezialist für Implantologie der European Dental Association EDA“.

Dr. Dr. Luckey ist seit 1991 implantologisch tätig und hat seitdem über 14.000 Implantate erfolgreich gesetzt. Mehrfach im Jahr besucht er Fortbildungsveranstaltungen in den USA, um die dortigen Erfahrungen in das Behandlungskonzept zu integrieren. Sein Engagement ermöglicht es ihm, mit den bedeutendsten Spezialisten in den USA zu arbeiten.



DZOI exclusive

Fälle eines geschlossenen Vorgehens, wenn auf die Präparation eines Mukoperiostlappens verzichtet werden kann.

Es muss einem Operateur klar sein, dass all diese Elemente und bildgebenden Verfahren bis hin zu den Navigationstechniken immer nur ein mehr oder weniger weitreichendes Hilfsmittel sein können. Abgefragt werden weiterhin entsprechendes chirurgisches Können und Routine, um eine individuelle Patientensituation erfolgreich versorgen zu können. Alle Hilfsmittel ersetzen nicht die mentale Erfassung der dreidimensionalen Gesamtsituation mit all ihren anatomischen Gegebenheiten. Die korrekt ausgeführte chirurgische Gestaltung des Versorgungszieles obliegt dem persönlichen Können.

Durch die Navigation ist es möglich, dem Patienten präoperativ seine individuelle Situation zu visualisieren und den Operationsablauf konkret mit ihm zu planen. Es ist somit auch mög-

lich, dem Patienten im Vorfeld der Behandlung die exakten Kosten zu nennen, da z. B. keine unerwarteten augmentativen Maßnahmen anfallen. Durch die Navigation ist der Behandler in der Lage schneller, präziser und minimalinvasiver zu operieren. Dies verbessert die Patientenzufriedenheit direkt, da die Behandlungsdauer gesenkt werden kann, das postoperative Ergebnis vorhersagbar, das Risiko der Verletzung von Nachbarstrukturen stark reduziert wird und die post-

operativen Beschwerden geringer sind. Für den nur prothetisch tätigen Zahnarzt existiert nun erstmalig eine Plattform, auf deren Basis er sich vollwertig und verbindlich mit seinem chirurgisch tätigen Kollegen über die ideale Implantatposition verständigen kann. Missverständnisse und Planungsfehler, die dann zu unbrauchbaren Implantatpositionen führen, sind ausgeschlossen.

Für den Implantologen bringt

die navigierte Implantatpositionierung die Vorteile eines kalkulierbaren und effektiveren Operationsverlaufes, einer reduzierten Lagerhaltung, einer optimierten Implantatposition und eines größtmöglichen Schutzes gefährdeter anatomischer Strukturen. Es muss festgestellt werden, dass die nicht unerhebliche Röntgenbelastung dreidimensionaler Bilderfassung nur dann zu rechtfertigen ist, wenn eine klare Indikation zur navigierten Implantatinsertion besteht oder die

Computertomografie als solche in dieser Region aus anderen Gründen indiziert ist. [10](#)

Kontakt:

**Diagnostikzentrum
für Implantologie
und Gesichtsästhetik**

Richard-Wagner-Str. 28
30177 Hannover
Tel.: 05 11/66 30 21
Fax: 05 11/66 30 22
info@implantatzentrum-
hannover.de

ANZEIGE

