

## Ist die Navigation zur Implantatinserktion in der zahnärztlichen Praxis geeignet?

*Die technischen, insbesondere computergestützten Möglichkeiten, die für die implantatprothetische Rehabilitation unserer Patienten zur Verfügung stehen, sind in den vergangenen Jahren enorm erweitert worden. Neben der Tatsache, dass diese Maßnahmen für den „Standardfall“ meistens nicht erforderlich und vom Patienten aus Kostengründen nicht gewünscht werden, bleibt die weitere Fragestellung, ob das erforderliche Equipment und die notwendigen Abläufe in den verbliebenen Einzelfällen in den Praxisablauf integriert werden können.*

DR. FRIEDHELM HEINEMANN/MORSBACH,  
DR. MICHAEL TRUPPE/WIEN

Es ist sicher keine neue Erkenntnis, dass eine schonende Operation ohne oder mit nur geringer Lappenbildung für den Patienten mit geringerer Schwellung und weniger Schmerzen verbunden ist. In diesem Sinne arbeiteten die Pioniere der Implantologie in Deutschland bereits vor 30 Jahren mit ihren einphasigen Implantaten „minimalinvasiv“ und „atraumatisch“. Allerdings mussten sie sich bei ihrer Vorgehensweise auf Palpation, auf Erfahrung und intraoperative Kontrolle bei der Positionierung ihrer Implantate verlassen. Dies ist unter forensischen Gesichtspunkten heute obsolet, denn wenn der Misserfolg eintritt wird nach der Dokumentation gefragt und die Vorgehensweise unter Sicherheitsaspekten überprüft. Daher ist für die minimalinvasive Implantation eine entsprechende dreidimensionale Darstellung der Kieferverhältnisse erforderlich, auf deren Basis zunächst die Über-

prüfung der Implantationsmöglichkeiten, dann die Planung und zuletzt die exakte Positionierung der Implantate durchgeführt wird. Nicht ohne Stolz bleibt festzuhalten, dass die DGZI durch die Förderung von SimPlant® (heute Fa. Materialise, Belgien) als erstem Planungssystem auf dieser Basis Pionierarbeit in Deutschland geleistet hat. In den letzten Jahren wurde die damals begonnene Entwicklung durch viele Innovationen perfektioniert. So wurde z.B. durch die Einführung des DVT die Strahlenbelastung für die Patienten erheblich verringert, durch Kontrastmittel kann eine Zahnaufstellung ins DVT übertragen werden und durch Verwendung von Referenzkörpern (z.B. Steckbaustein) als definiertem Objekt kann die Implantatplanung nachträglich nach Anfertigung des DVT durchgeführt und die Schablone mit den Bohrhülsen entsprechend dieser Planung exakt be-



Abb. 1: Die Implantate des FRP-Systems (Fa. Bredent/Senden), die die Fixation einer Schablone im zahnlosen Kiefer ermöglichen. Die Implantate stehen in unterschiedlichen Längen zur Verfügung. – Abb. 2: Insetierte FRP-Implantate in der Röntgenaufnahme ... – Abb. 3: ... und im klinischen Bild.

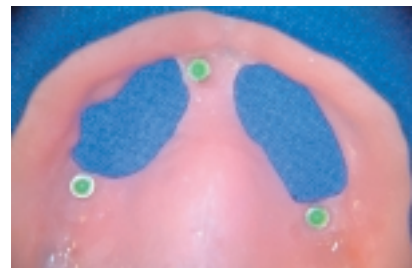


Abb. 4: Nach Aufsetzen der Übertragungskapen wird mittels Übertragungsabdruck ... – Abb. 5: ... ein Modell erstellt. – Abb. 6: Auf dem Modell wird eine Schablone mit einpolymerisierten Matrizen hergestellt. Der Bereich, in dem die Implantate inseriert werden sollen, wird ausgespart.

stückt werden. Dieses Vorgehen kann als eine Art indirekte Navigation betrachtet werden, da die Planung dreidimensional im Computer erfolgt und die Bohrhülsen nach dieser Planung festgelegt werden. Das NobelGuide™-Konzept (Nobel Biocare, USA) eröffnet darüber hinaus sogar die Möglichkeit, parallel zur Bohrschablone auch bereits den prothetischen Ersatz herstellen zu lassen, der dann unmittelbar nach Implantatinsertion auf den Implantaten zur Sofortbelastung verschraubt werden kann. Im Gegensatz zur echten Navigation ist es allerdings nicht möglich, intraoperativ die Implantatposition aus irgendwelchen Gründen zu verändern und diese Möglichkeit im DVT zu prüfen.

### Navigation

Der Einsatz von Navigationssystemen ist in der Neurochirurgie heute Routine und nach Entwicklung der entsprechenden Software und Instrumente sind Navigationssysteme seit einigen Jahren auch für die zahnärztliche Implantologie verfügbar. Bei dieser echten oder direkten Navigation werden Referenzpunkte zur Lokalisation des Kiefers und des Winkelstücks durch eine Optik erfasst, mit den zuvor durch das DVT erstellten Daten zusammengeführt und auf einem Bildschirm visualisiert. Die aktuelle Position des Bohrers wird farblich wiedergegeben und kann durch die im Programm erstellte Planung kontrolliert werden. Im Gegensatz zur oben geschilderten Vorgehensweise bei den Bohrschablonen muss allerdings das System naturgemäß in der Praxis des Anwenders bei der Operation zur Verfügung stehen und dort eingesetzt werden. Neben dem hohen zeitlichen Aufwand für den Implantologen, der mit der Einarbeitung und der Anwendung der Systeme verbunden ist, lassen gleichzeitig die Anschaffungskosten, die letztlich an die Patienten weitergegeben werden müssen, eine Anwendung für die meisten implantologisch tätigen Kollegen unrealistisch erscheinen. Die Präzision des im vor-

liegenden Fall angewandten Artma-Systems (BAUMGARTNER und RATH, München) ist bereits über lange Jahre dokumentiert und in vielen Operationen bewiesen worden. Es zeichnet sich zusätzlich dadurch aus, dass das Gerät schnell zu montieren und einfach zu transportieren ist. Bei dem geschilderten Patientenfall erfolgte die Planung vor Ort, prinzipiell besteht aber die Möglichkeit, die Planung nach Datentransfer und Kommunikation auch via Internet zu erstellen. Auf diese Weise wird die Anwendung der Navigation auch für einen einzelnen Patienten in der Praxis realisierbar.

### FRP – fixed reference point

Für unbezahnte Patienten besteht sowohl bei der Schablonentechnik als auch bei der Navigation das Problem der sicheren Fixation der Bohr- bzw. Röntgenschablone. Bisher war es in diesen Fällen nur möglich, die Schablonen durch Minischrauben auf dem Kiefer zu fixieren und dadurch eine Lagestabilisierung zu erreichen. Beim Verschrauben ist eine Rotation oder Kippung der Schablone verbunden mit entsprechenden Ungenauigkeiten nicht auszuschließen. Die Entwicklung des FRP (fixed reference point)-Systems (Fa. Bredent, Senden) hat diesen Umstand verbessert. Diese Minischrauben in verschiedenen Längen ermöglichen über in der Schablone einpolymerisierte Matrizen einerseits eine sichere Befestigung und lassen im Gegensatz zu einer festen Verschraubung die intraoperative Entfernung und Wiedereingliederung zur besseren instrumentellen Kontrolle der Implantatbohrung zu.

### Fallbeschreibung

Der 54-jährige Patient ist schon seit langen Jahren Stammpatient in der Praxis des Autors. Nach Verlust der Restbeziehung im Oberkiefer äußerte er umgehend den



ANZEIGE

**MODERNE IMPLANTATE SIND WIRTSCHAFTLICH, SICHER!**

Einphasiges Implantat



**32€**

Konisches Schraubenimplantat



**75€**

Außergewöhnliche Primärstabilität. Ideal für Sofortimplantation/Sofortbelastung.



Berghoffstr. 3a  
43090 Osnabrück

fon: +49-5 41 - 6 74 14  
fax: +49-5 41 - 6 74 90

info@fornilimplant.de  
www.fornilimplant.de



Abb. 7: Außerdem werden vier kleine Metallkugeln, sog. Marker, außen auf der Schablone einpolymerisiert, jeweils eine in der Umschlagfalte Regio 16 und 26, eine in der Gaumenmitte und eine (im Bild) in der Front auf dem Kiefer. – Abb. 8: Weiterhin wird der Sensorhalter an der Schablone fixiert. Der Halter muss sicher befestigt werden und so platziert sein, dass er intraoperativ nicht stört. Das Gewicht ist gering. – Abb. 9: Der Sitz der Schablone und die Platzierung des Halters sind präoperativ noch einmal zu prüfen.



Abb. 10: Die schwarzen Kreise bezeichnen die Metallmarker, die roten die für die Implantation ausgesparten Bereiche. – Abb. 11: Vor der Operation wird das System geeicht. Mit einer feinen Spitze werden die Metallmarker angetippt, um dem System die Lager der Schablone im Raum zu vermitteln. Ebenso wird mit dem Winkelstück verfahren; es werden verschiedene intraoperativ benötigte Bohrer eingemessen. – Abb. 12: Es ist darauf zu achten, dass das Navigationssystem freie „Sicht“ auf die Übertragungskugeln hat. Jede Unterbrechung unterbricht auch kurzzeitig die Übertragung.

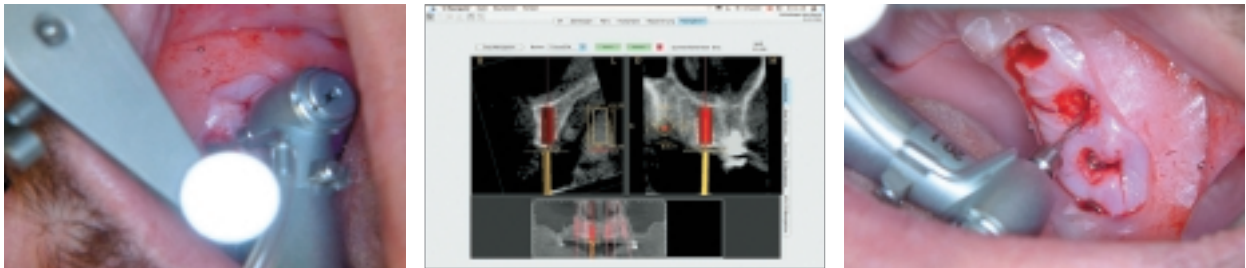


Abb. 13: Wie bereits erwähnt, darf die Implantatbettauflbereitung durch die Schablone nicht behindert werden. – Abb. 14: Auf dem Bildschirm sind jeweils drei Schnitte mit der Position des Bohrers sichtbar. – Abb. 15: Nach einer kurzen Körnung durch die Schleimhaut wird die Gingiva mit einer Stanze um den Blutpunkt entfernt. Durch diese Öffnung kann nun das Implantatbett aufbereitet ...

Wunsch einer implantatgetragenen Rekonstruktion und gleichzeitig die Bitte einer möglichst schonenden, wenig belastenden Operation. Nach entsprechenden Gesprächen und Aufklärung des Patienten wurde der folgende Ablauf detailliert geplant und durchgeführt: Am Vormittag vor der Operation wurden die drei Minischrauben des FRP-Systems unter Lokalanästhesie transgingival eingeschraubt, mit den Übertragungskapfen abgeformt und ein Modell mit Laborimplantaten hergestellt. Auf diesem Modell wurde die DVT-Schablone mit Matrizen zur Fixation erstellt. In der Schablone wurde die OP-Region ausgespart und auf der Außenfläche wurden vier kleine Markerkugeln systematisch verteilt. Mit der Schablone konnte am Nachmittag ein DVT erstellt werden, dessen Daten dann in die Software des Navigationssystems übertragen wurden. Anschließend konnte die Implantatplanung dreidimensional im Computer erfolgen. An der Schablone wurde der Sensorhalter befestigt und dessen Lage im Mund überprüft. Durch Antippen der Markerkugeln mit einem entsprechenden Eichgriff

kann die Optik des Systems die Lage des Kiefers (bzw. des Modells) im Verhältnis zum Sensor zuordnen, danach werden die benötigten Bohrer und deren Position zum Sensor des Winkelstückes für das System festgelegt und gespeichert. Diese können dann intraoperativ nach Bedarf abgerufen werden. Anschließend kann eine Modelloperation stattfinden, bei der die Funktionstüchtigkeit des Systems und das Handling geprüft werden. So vorbereitet gestaltete sich die Implantation am Folgetag komplikationsfrei. Durch die gestanzten Schleimhautperforationen konnten sechs Implantate ad modum Tio-Lox inseriert werden. Durch mehrfache intraoperative Abnahme der Schablone konnte eine sorgfältige Überprüfung der Knochenlager mittels Sondierung durchgeführt werden. Das Knochenlager konnte sogar wie gewohnt nach Bedarf durch Kondensieren verbessert werden. Die Implantate wurden allesamt mit hoher Primärstabilität inseriert, auf eine Sofortbelastung wurde allerdings nach der vorherigen Besprechung und Entscheidung des Patienten verzichtet.



Abb. 16: ... und das Implantat inseriert werden. – Abb. 17: Die Primärstabilität der Implantate kann wie üblich mit der Drehmomentratsche überprüft werden. – Abb. 18: Implantate mit Verschlusskappchen.

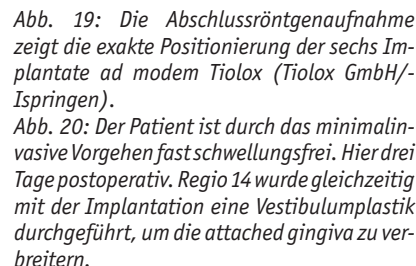
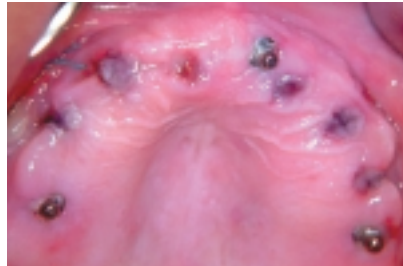


Abb. 19: Die Abschlussröntgenaufnahme zeigt die exakte Positionierung der sechs Implantate ad modum Tiolox (Tiolox GmbH/Ispringen).

Abb. 20: Der Patient ist durch das minimalinvasive Vorgehen fast schwellungsfrei. Hier drei Tage postoperativ. Regio 14 wurde gleichzeitig mit der Implantation eine Vestibulumplastik durchgeführt, um die attached gingiva zu verbreitern.

### Fazit und Ausblick

Nach entsprechender Planung und Vorbereitung war das Navigationssystem mit hoher Präzision und Sicherheit anwendbar. Eine entsprechende Praxisreife kann damit bestätigt werden. Durch die schnelle Montage und den einfachen Transport kann das System nach Bedarf in der Praxis Anwendung finden. Die Vorbereitung und Planung nimmt zwar einen hohen Zeitaufwand in Anspruch, vereinfacht aber letztlich die Operation und verringert die Belastung des Patienten. In diesem Sinne kann dem Patienten bei entsprechender Indikation die Vorgehensweise empfohlen werden. Aus den genannten Gründen wird die Anwendung zunehmen und mithilfe einer Modelloperation sollte mit dem System auch die präoperative Herstellung einer Suprakonstruktion zur Sofortbelastung möglich sein. Einen weiteren Anwendungsbereich stellt die Telemedizin dar. Wie bereits erwähnt kann eine Telekonsultation während der Planungsphase erfolgen. Darüber hinaus wurden bereits

über 40 Implantatoperationen durchgeführt, während denen der Navigationscomputer über Internet oder über eine herkömmliche Videokonferenzanlage auf ISDN-Basis weiteren Kollegen zugänglich gemacht wurde. Die Basis für die Einspielung der Navigationsdaten (Positionsdaten der chirurgischen Geräte beim Eingriff) bildet dabei ein open source 3-D-Grafikprogramm, bei dem die Anatomiedaten des menschlichen Kiefers auf einem Rechner abgespeichert sind. Übertragen werden nur die nicht redundanten Informationen, wodurch der Bandbreitenbedarf äußerst gering ist. Die Navigationsdaten werden dann im PC über das hinterlegte 3-D-Modell in Echtzeit zur Gesamtdarstellung hochgerechnet. Dadurch können Ärzte und Studenten auch im Rahmen ihrer Aus- und Weiterbildung über alle geografischen Entfernungen hinweg am Operationsverlauf teilhaben.

Eine Literaturliste ist beim Verfasser erhältlich.

ANZEIGE



Korrespondenzadressen:

Dr. Friedhelm Heinemann

Im Hainsfeld 29

51597 Morsbach

Tel.: 0 22 94/99 20 10

Fax: 0 22 94/90 01 70

E-Mail: [friedhelmheinemann@web.de](mailto:friedhelmheinemann@web.de)

Dr. Michael Truppe

Karl Landsteiner Institut BIOTELEMATICS

Medical University of Vienna

Waehringer Gürtel 18-20

A-1090 Wien