

# Planungs- und Bohrhilfensysteme der Implantologie

| Dr. Dr. Peter A. Ehrl

Zunehmend werden volumentomografische Röntgensysteme in allen zahnmedizinischen Subspezialitäten eingeführt, die der herkömmlichen Spiralcomputertomografie hinsichtlich Auswertbarkeit überlegen sind und zudem in einem der Panoramaschichtaufnahme nahe kommenden Strahlendosisbereich liegen. Dadurch werden implantologische 3-D-Planungssysteme mehr und mehr Standard. Man braucht schon heute kein Prophet mehr zu sein um vorherzusagen, dass in spätestens circa zehn Jahren dreidimensionale Röntgentechniken zweidimensionale verdrängt haben werden.

In der Implantologie ist 3-D-Diagnostik bereits seit den 80er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts eingeführt und hat sich dieser Bereich bereits mit den bisherigen Möglichkeiten rasant entwickelt. Bereits im Jahre 2002 hielten 25% der Implantologen 3-D-Diagnostik für grundsätzlich notwendig (letzte Umfrage, BdiZ) und heute hört man immer häufiger die Aussage, dass Implantationen aus-

mittlerweile derart groß und die Inhalte sowie Logistik derart unterschiedlich, dass es für den Einsteiger schwer ist, Vergleiche anzustellen. Der vorliegende Text versucht hierzu eine Übersichtlichkeit herzustellen.

Bevor die verschiedenen Systeme gegliedert werden, sollen erst einmal die möglichen Arbeitsabläufe einer implantologischen Planung systematisiert werden.

## Modellplanung

Die Modellplanung gilt als Grundvoraussetzung jeder Implantatplanung. Je nach erstrebtem Ergebnis und je nach angewandter Planungssystematik ist ein unterschiedlicher Aufwand für dieses prothetisch-radiologische Set-up erforderlich. Schon bei Einzelimplantaten empfiehlt es sich, eine Zahnaufstellung vorzunehmen. Damit die Zahnaufstellung röntgensichtbar wird, werden entweder vorgefertigte radioopake Zähne verwandt oder ein Ausguss mit radioopakem Material. Das Mischungsverhältnis hat sich bei der Volumentomografie gegenüber dem CT geändert: 80% glasklarer Kunststoff (Kaltpolymerisat): 20% Bariumsulfat aus der Apotheke. Hilfreich für die radiologische Auswertung ist es, wenn die Kronen eine zentrale Bohrung in Zahnachsenrichtung aufweisen (Abb. 1). Die früher eingesetzten Metallhülsen sind in diesem Planungsstadium nicht sinnvoll.

Systembedingt sind für die unterschiedlichen Planungsprogramme Markierungselemente erforderlich (Guttaperchastifte, Metallkugeln, Glaskugeln, Legosteine u.a.m.). Diese werden in das prothetisch-radiologische Set-up mit eingebracht. Ein Planungssystem kann sowohl auf Markierungen als auch auf ein Set-up verzichten: Simplant benötigt keine Markierungen und ermög-

Modellplanung	Radiologische Planung	Implantation
Modellerstellung	Erstellung 3D-Datensatz	Freihand
Aufstellung („setup“)	Radiolog. Diagnostik	schablonengestützt
Setup radiolog. sichtbar	Radiolog. Vermaßung	navigiert
Radiolog. Markierung	Virtuelle Implantation	
	Bohrschablonenplanung	

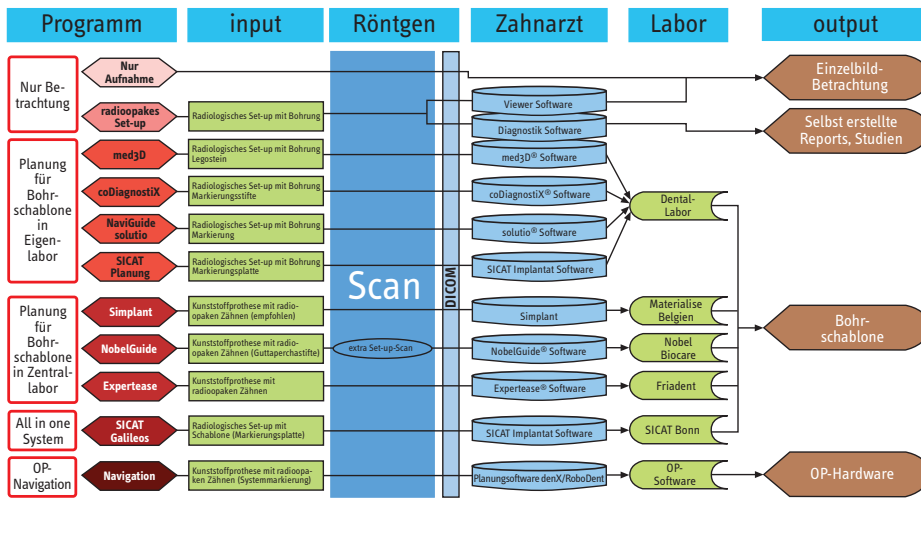
obligatorisch	sehr zu empfehlen	zu empfehlen	systembedingt	möglich
---------------	-------------------	--------------	---------------	---------

Tab. 1: Implantatplanung und -durchführung.

schließlich mit 3-D-Technologie und konsequenterweise auch immer häufiger mit Bohrschablonentechniken ausgeführt werden.

Dies liegt zum einen an der technischen Entwicklung der Volumentomografie, zum anderen an dem mittlerweile großen Angebot an Planungsprogrammen. Leider ist die Vielfalt der Programme

Die Einzelschritte einer Implantattherapie sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Man kann dies in drei Bereiche aufteilen: Modellplanung, radiologische Planung und Implantation. Auf die Punkte der Patientenaufklärung, logistische Planung und administrative Punkte soll hier nicht eingegangen werden.



Tab. 2: Implantologische 3-D-Diagnostik.

licht in der virtuellen Planung die Simulation von Zahnkronen. Besser ist jedoch auch hier ein Modell-Set-up, da dieses die Antagonistenbeziehung exakter berücksichtigen kann. In unserer Praxis kommt dieses Programm vor allem dann zum Einsatz, wenn ein Datensatz, aber kein Set-up vorliegt.

### Radiologische Planung

Die radiologische Diagnostik und Planung erfordert einen 3-D-Datensatz, der entweder mit einem eigenen Gerät oder in einer Fremdpraxis erstellt werden kann. Aus Gründen der Strahlen-

dosis und der Auswertbarkeit werden heute Daten vom Volumentomografen benutzt und nicht mehr vom traditionellen Spiralcomputertomografen. Der Volumentomograf ist ein dentales Röntgengerät und darf daher auch nur von Zahnärzten betrieben werden.

Manche Zentren bieten heute auch weiteren Service an, von der Diagnostik über die Implantatplanung bis zur Operationsschablonenherstellung. Der Export von Daten in andere Planungsprogramme über die DICOM-Schnittstelle ist prinzipiell heute immer möglich, erfordert aber für jedes der Programme spezielles Know-how. Am sinnvollsten dürfte es sein, wenn der Datensatz immer zum Operator selbst geht und dieser selbst die Diagnostik und Planung vornimmt. Durch die Digitalisierung benötigt dieser nicht einen Volumentomografen, sondern kann einen DICOM-Datensatz in ein Planungsprogramm übertragen und die Planung auf seinem eigenen Rechner vornehmen. Dem kommt eine Entwicklung entgegen, in dem die logistischen Abläufe und die Anwendung der Planungsprogramme immer übersichtlicher und schneller werden. Dies ist ein wichtiger Punkt bei der Einführung dieser Planungsprogramme, da manchen der Zeitaufwand bzw. die vielen Abende am Computer hemmten, sich näher mit diesen Techniken zu befassen.

Wichtig ist auch zu wissen, dass die Arbeit bzw. Diagnostik mit dreidimensionalen Röntgendaten mittlerweile

einen Sachkundenachweis erfordert, der in einem zweitägigen Kurs erworben werden muss und nur von Zahnärzten erworben werden kann. Dies tangiert auch eine Entwicklung, die in der Einführungsphase dieser Technologien zuweilen begangen wurde, indem Zahntechniker die Planung anboten. Dies ist heute aus forensischen Gründen nicht mehr zu empfehlen.

In einigen Fällen mag es genügen, einfach die Kieferdimensionen zu vermessen, um die Implantatposition und -größe festzulegen (Abb. 2). Hier kann man insbesondere an die Sofortimplantation oder Implantationen für prothesenstabilisierende Konstruktionen denken. Fast alle Volumentomografen bieten heute die Möglichkeit des Datenversandes auf einer CD (Viewerprogramme), auf der ohne Besitz eines Programms Diagnostik betrieben werden kann. Implantatplanung ist hiermit nicht möglich. Die Programmqualität ist noch sehr unterschiedlich.

In den meisten Fällen ist eine Implantatplanung mit einem Planungsprogramm zu empfehlen (Abb. 3). Dies mag durch örtliche Gegebenheiten noch nicht überall möglich sein, bei Implantationen im stark atrophierten Kiefer und im Bereich des N. alveolaris inf. sollte man jedoch nicht mehr auf eine 3-D-Planung verzichten. Bevor man sich für ein System entscheidet, muss man sich intensiv mit den logistischen Anforderungen dieser Programme auseinandersetzen. Insbesondere folgende Fragen muss man sich zunächst beantworten:

- Ob die Bohrschablonen im Eigenlabor, Fremdlabor oder einem der Zentren der Planungsfirmen hergestellt werden sollen (Stichworte: Investition in Ausrüstung, Generierung von Leistung im eigenen Labor, Inanspruchnahme der Kenntnisse eines spezialisierten Zentrums),
- ob es sich um ein implantatsystemgebundenes Planungsprogramm handeln kann (Stichwort: Bindung an ein Implantatsystem) und
- welchen Kostenanteil an der Implantattherapie man hierfür bereit ist einzusetzen.

Die meisten auf dem Markt befindlichen Planungsprogramme haben

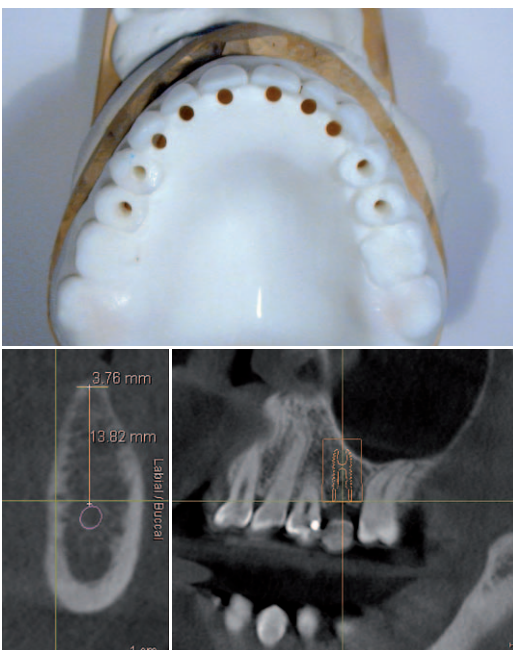


Abb. 1: Radioopakes Set-up mit zahnachsengerechter Bohrung. – Abb. 2: Dimensionsmessungen in geplantem Implantatbereich. – Abb. 3: Implantatplanung mit Echtdarstellung des Implantates (SICAT).

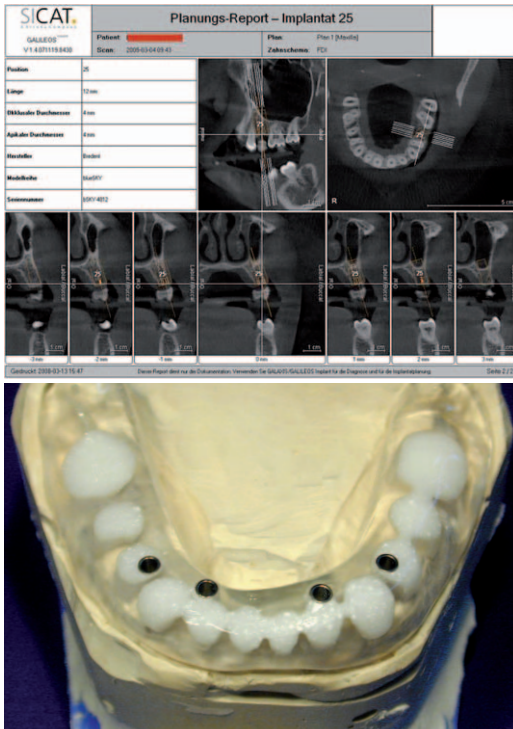


Abb. 4: Dokumentation des Planungsreports für ein Implantat (SICAT). –  
Abb. 5: Bohrschablone für Pilotbohrung.

heute einen hohen Entwicklungsstand erreicht. So ist zum Beispiel das Einzeichnen des Mandibularkanales weitgehend gleich und die meisten Programme besitzen eine umfangreiche Bibliothek der Implantatsysteme. Bei der Entscheidung für ein Programm können folgende Kriterien eine Rolle spielen:

- Wie schnell finde ich mich in die Programmsystematik ein? Benötige ich ein Handbuch, um weiterzukommen, oder gelingt die Programmanwendung (weitgehend) intuitiv?
- Wie schnell kann ich eine Planung durchführen? In diesem Punkt bestehen große Unterschiede?
- Wie findet der Datentransfer statt? Welcher Kosten- und Zeitaufwand ist für die Datenverwaltung (Transfer, Sicherung) erforderlich?
- Gibt es Einschränkungen auf ein Implantatsystem?
- Kosten des Programms und eventuelle Nebenkosten
- Einbindung des Programms in ein Praxisverwaltungssystem.

### Navigierte Implantation

In Tabelle 2 sind die am meisten verbreiteten Programme aufgeführt. Das Spektrum der Anwendungen reicht von

der reinen Bildbetrachtung bis zu navigierten Implantationen. Schablonengestützte Implantationen stellen heute den Standard dar, da sie den höchsten Sicherheitsstandard bieten. Vergleichende Untersuchungen über die Genauigkeit gibt es nicht. Man kann davon ausgehen, dass alle Systeme heute eine Genauigkeit um 0,5mm bieten, mit einer Streuung von 0,2 bis 0,8mm (eigene Kalibrierungen). Fehlerquellen liegen eher in der praktischen Anwendung, wie z.B. der Modellgenauigkeit, der Repositionsgenauigkeit und -stabilität der Schablone beim Scan und der Implantation. Qualitätsgesicherte Abläufe sind bei den meisten Systemen vorhanden. Üblicherweise werden die Schablonen für die Pilotbohrung angewandt (Abb. 5). Die Genauigkeit kann zusätzlich dadurch erhöht werden, wenn ein tube-in-tube-System angeboten wird, mit dem mehrere Bohrerdurchmesser geführt werden können (Abb. 6a und b). Sofern das anzuwendende Implantatsystem keine Bohrstops erlaubt – was letztlich für die Bohrtiefe das sicherste Verfahren ist –

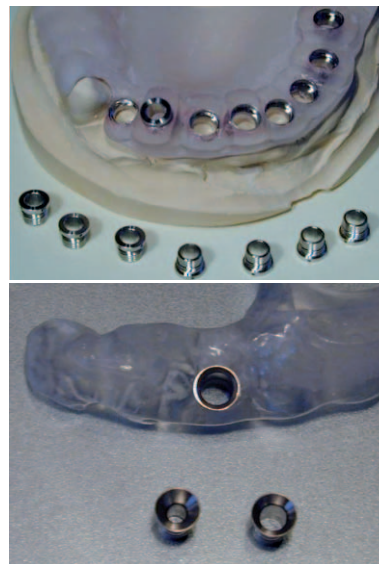


Abb. 6a und b: Bohrschablonen mit tube-in-tube-System (oben Simplant, unten SICAT).

ist zusätzlich eine Übertragung der Bohrtiefe wünschenswert. tube-in-tube-System und Schablonen mit Bohrtiefensicherung werden nicht von allen Planungssystemen angeboten. Eine Sonderstellung nimmt das Galileos-System ein, bei dem man eine systemintegrierte Lösung von der Auf-

nahme bis zur Schablonenplanung nutzen kann, aber nicht muss. Dies führt zu einem vergleichsweise sehr kurzen Arbeitsablauf, zum einen durch das Entfallen von Zwischenschritten (Datenübertragung) und einen schnellen Programmablauf. Beispielhaft sei hier die Erstellung eines Planungsreports (Ä5377) durch einen Klick erwähnt (Abb. 4), der sonst durch die Erstellung einzelner Schnitte hergestellt werden muss. Über die Sidexis-Plattform ist es auch das einzige System, welches die Integration in ein Praxisverwaltungssystem ermöglicht. Dies ist primär nicht immer nötig oder hardwarebedingt möglich, und so reicht zu Beginn für die Planung auch ein separates Notebook. Doch sollte dies Möglichkeit als Ziel vorgesehen sein, da zu erwarten ist, dass die 3-D-Technologie sich langfristig in alle Bereiche der Zahnmedizin ausdehnt und langsam die 2-D-Technologie ersetzt. Navigationssysteme haben an Bedeutung verloren, da sie nicht die gleiche Sicherheit wie die schablonengestützte Implantationstechnik bieten.

### Fazit

Resumierend ist festzustellen, dass Implantatplanungsprogramme heute einen Entwicklungsstand erreicht haben, der sie aus der Implantologie nicht mehr wegdenken lassen. Für die früher sehr zeitaufwendige Logistik wurden mittlerweile Lösungen gefunden, die eine Einführung in die tägliche Praxis erleichtern. Die Vielfalt an Systemlösungen nimmt derzeit noch zu und es ist für den Neueinsteiger schwer die verschiedenen Systeme zu vergleichen. Er sollte sich daher bei systemunabhängigen Fortbildungen zu diesem Thema informieren.

Eine Literaturliste kann unter E-Mail: [zwp-redaktion@oemus-media.de](mailto:zwp-redaktion@oemus-media.de) angefordert werden.

## kontakt.

**Dr. med. Dr. med. dent. Peter A. Ehrl**

Zahnärzte am Spreebogen und  
preDent, Berlin

E-Mail: [ehrl@denthouse.com](mailto:ehrl@denthouse.com)

Zusätzliche Informationen unter  
[www.preDent.de/downloads02.htm](http://www.preDent.de/downloads02.htm)