

Planungs- und Bohrhilfensysteme der Implantologie

Zunehmend werden volumentomografische Röntgensysteme in allen zahnmedizinischen Subspezialitäten eingeführt, die der herkömmlichen Spiralcomputertomografie hinsichtlich Auswertbarkeit überlegen sind und zudem in einem der Panoramaschichtaufnahme nahekommenden 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.

Dr. med. Dr. med. dent. Peter A. Ehrl/Berlin

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

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.

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 vor-

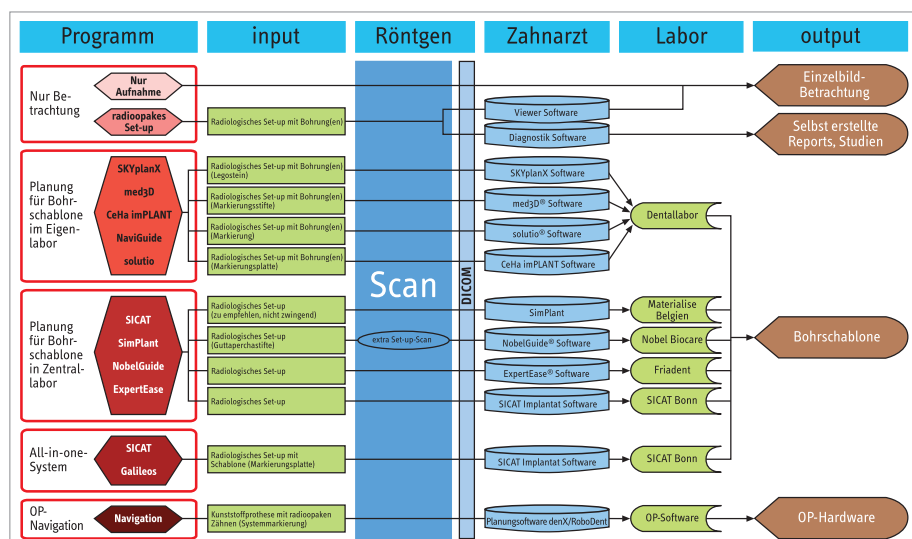
Modellplanung	Radiologische Planung	Implantation
Modellerstellung	Erstellung 3D-Datensatz	Freihand
Aufstellung („Setup“)	Radiolog. Diagnostik	Schablonengestützt
Setup radiolog. sichtbar	Radiolog. Vermaßung	Navigation
Radiolog. Markierung	Virtuelle Implantation	
	Bohrschablonenplanung	

● obligatorisch
 ● sehr zu empfehlen
 ● zu empfehlen
 ● systembedingt
 ● möglich

Tab. 1: Implantatplanung und -durchführung.

zunehmen. 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 (Gutta-



Tab. 2: Implantologische 3-D-Diagnostik.

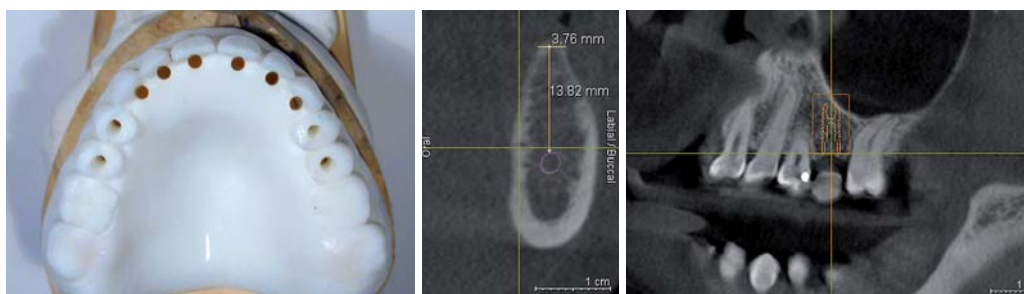


Abb. 1: Radioopakes Set-up mit zahnachsengerechter Bohrung. – **Abb. 2:** Dimensionsmessungen in geplantem Implantatbereich. – **Abb. 3:** Implantatplanung mit Echtdarstellung des Implantates (SICAT).

perchastifte, 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 ermöglicht 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 Strahlendosis 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 Operateur 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 der 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 Zahn-techniker 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 Planungsfirma 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 heute einen hohen Entwicklungsstand erreicht. So ist zum Beispiel das Einzeichnen des Mandi-

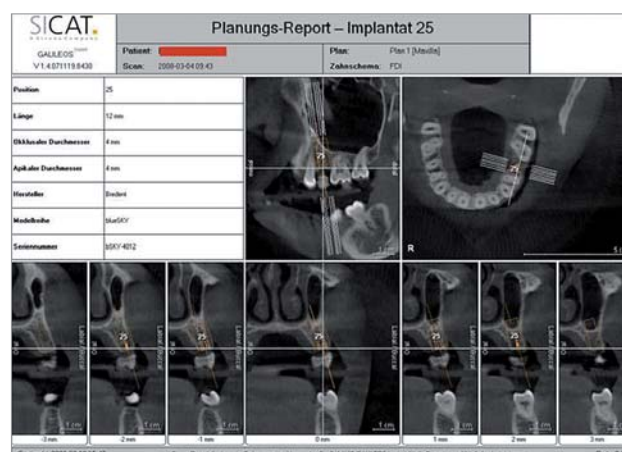


Abb. 4: Dokumentation des Planungsreports für ein Implantat (SICAT).



Abb. 5: Bohrschablone für Pilotbohrung. – **Abb. 6a und b:** Bohrschablonen mit tube-in-tube-System (oben SimPlant, unten SICAT).

bularkanales 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.

kurzen Arbeitsablauf, zum einen durch das Entfallen von Zwischenschritten (Datenübertragung) und einen schnellen Programmablauf. Beispielhaft sei hier die Erstellung eines Planungsreports (Ä5377) durch einen Klicker erwähnt (Abb. 4), der sonst durch die Erstellung einzelner Schnitte hergestellt werden muss. Über die Side-ixis-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 diese 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.

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 0,5 mm bieten, mit einer Streuung von 0,2 bis 0,8 mm (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 Bohrstopps erlaubt – was letztlich für die Bohrtiefe das sicherste Verfahren ist – 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 Aufnahme bis zur Schablonenplanung nutzen kann, aber nicht muss. Dies führt zu einem vergleichsweise sehr

Fazit

Resümierend ist festzustellen, dass Implantatplanungsprogramme heute einen Entwicklungsstand erreicht haben, dass sie aus der Implantologie nicht mehr wegzudenken sind. 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. [n](#)



Anmerkung der Redaktion

Die Übersicht ab Seite 218 beruht auf den Angaben der Hersteller bzw. Vertreiber. Wir bitten unsere Leser um Verständnis dafür, dass die Redaktion für deren Richtigkeit und Vollständigkeit weder Gewähr noch Haftung übernehmen kann.

KONTAKT

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

Zahnärzte am Spreebogen und

predent, Berlin

E-Mail: ehrl@denthouse.com

Web: www.predent.de

