

3-D-Implantatplanung für eine effektive und komplikationsarme Implantattherapie

Im zweiten Teil dieser DZW-Serie stellte Univ.-Prof. Dr. Dr. Joachim E. Zöller, Köln, die Möglichkeiten moderner 3-D-Diagnostik mit dem digitalen Volumentomografen *Galileos* (Sirona, Bensheim) anhand verschiedener Beispiele oralchirurgischer Eingriffe – Zystosteotomie und Osteotomie retinierter Eck- und Weisheitszähne – in der präoperativen 3-D-Diagnostik vor. Im dritten und letzten Teil der Artikelserie widmet sich der Autor der Implantatplanung mit dem *Galileos*-System.

Die Implantatplanung konzentriert sich heutzutage verstärkt auf das prothetische Ergebnis und nicht mehr ausschließlich auf das vorhandene Knochenangebot. Um diese kombinierte chirurgisch-prothetische Leistung erbringen zu können, bedarf es einer exakten Befundung und einer frühzeitigen Einbindung des Prothetikers. Ein integriertes Konzept – bestehend aus dreidimensionaler Bildgebung, Implantatplanung und -umsetzung – unterstützt den Behandler dabei, den komplexen Anforderungen der chirurgisch-prothetischen Therapie gerecht zu werden.

Durch die prothetisch-orientierte Diagnose und Planung lassen sich Komplikationen frühzeitig ausschließen und der Langzeiterfolg der implantatprothetischen Therapie sicherstellen. Ist die Diagnostik dagegen unzureichend, können bereits zum Zeitpunkt der Implantatinsertion Komplikationen auftreten – beispielsweise bei zu dünnem Knochenlager oder zu geringem Sicherheitsabstand zu anderen anatomischen Strukturen. Dies kann den Patienten nicht nur direkt schädigen, sondern auch die Lebensdauer der eingebrachten Implantate verkürzen. Häufig sind langwierige Folgebehandlungen wie Periimplantitis-Therapien notwendig, die zu einer frühen Explantation führen können.

Befundung und Therapieplanung in derselben Benutzeroberfläche

Darüber hinaus erfordern Implantate, die unter prothetischen Aspekten ungünstig inseriert wurden, in vielen Fällen einen unverhältnismäßig hohen zahntechnischen Aufwand. Die damit verbundenen, oft unvorhersehbaren Kosten für den Patienten schmälern die Akzeptanz der Implantattherapie. Daher sollten das Knochenangebot und die anatomischen Gegebenheiten im Rahmen der Diagnostik genau befundet werden,

um das angestrebte prothetische Ziel bestmöglich zu erreichen.

Die digitale Volumentomografie (DVT) mit dem *Galileos*-System unterstützt den Anwender bei der Analyse der individuellen Patientensituation und bei der anschließenden Implantatplanung. Mithilfe der 3-D-Visualisierung kann der Behandler den Patienten ohne großen Aufwand über die Befunde und die notwendige Therapieform aufklären. Umfangreiche Illustrationen oder Referenzfälle mit ähnlichen Befunden müssen daher nicht mehr herangezogen werden.

Klinisches Vorgehen

Im Rahmen der implantatprothetischen Versorgung wird das prothetische Ergebnis zunächst mithilfe einer Wachsauflage simuliert. Diese Wachsauflage setzt der Zahntechniker mit baryumsulfatdotiertem Kunststoff in eine Röntgenschablone um. So ist sichergestellt, dass die Röntgenaufnahme das prothetische Ergebnis exakt abbildet. Der Behandler ist dann in der Lage, die Implantate unter anatomischen und prothetischen Gesichtspunkten präzise zu planen.

Damit die Daten aus der klinischen Situation in die Planungssoftware übertragen werden können, enthält der Prothetikvorschlag eine Referenzplatte mit Markerkugeln. Diese Kugeln dienen bei der Rekonstruktion des dreidimensionalen Datensatzes als Referenz für die tatsächliche Position im Raum. Wichtig ist es, den Prothetikvorschlag lagestabil und reproduzierbar im Mund des Patienten zu platzieren, um eine exakte DVT-Aufnahme zu gewährleisten.

Liegt ein Restzahnbestand vor, kann der Behandler den Prothetikvorschlag an den natürlichen Pfeilerzähnen befestigen. Im zahnlosen Kiefer empfiehlt es sich, den Vorschlag mit Hilfe sogenannter Referenzierungsimplantate zu fixieren, die vom Zeitpunkt der DVT-

Aufnahme bis zur Implantatinsertion temporär in situ bleiben.

Der Datensatz wird innerhalb von viereinhalb Minuten rekonstruiert und steht nach insgesamt sieben Minuten auf dem Bildschirm zur Verfügung. Für die Implantatplanung ist es nicht notwendig, die 3-D-Röntgensoftware *Galaxis* zu verlassen. Dank der integrierten Applikation *Galileos Implant* kann der Behandler die Befundung und Therapieplanung auf derselben Benutzeroberfläche vornehmen.

Implantatformen direkt aus der Datenbank auswählen

Weitere Vorbereitungen – beispielsweise eine umfangreiche Segmentierung oder ein Datenexport und -import – sind nicht notwendig. Die Implantatformen der be-

kannten Hersteller stehen in einer Datenbank zur Verfügung und können in einer Favoritenliste gespeichert werden. Somit ist der Behandler in der Lage, geeignete Systemkomponenten direkt auszuwählen.

Neben der klassischen radiologischen Ansicht steht unter anderem ein Implantatplanungsfenster zur Verfügung, in dem die Darstellung der Knochen um 180 Grad um das Implantat gedreht werden kann. Dadurch ist es möglich, die Feinjustierung der Implantate ohne zusätzlichen Aufwand vorzunehmen. Die Volumendarstellung zeigt, wie die Implantate im Raum zueinander stehen und bietet zusätzliche Informationen für die prothetische Einschubrichtung der Gesamtkonstruktion.

Nachdem die Positionen aller Implantate definiert sind, spei-



Abb. 1: Planung dreier Implantate zum Ersatz von 44 bis 46. Darstellung der nach zahntechnischen Aspekten positionierten Bohrhülsen mit Abweichungen der Angulation

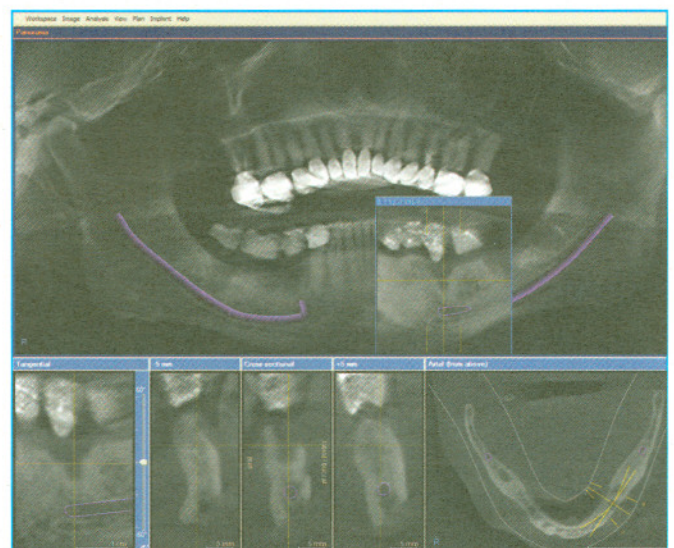
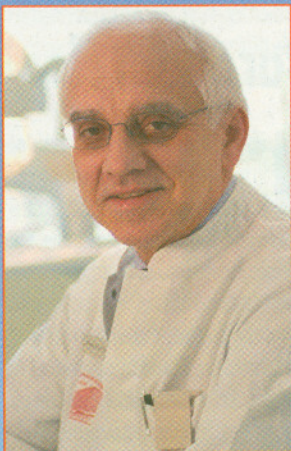


Abb. 2: In baryumsulfatdotiertem Kunststoff umgesetzter prothetischer Behandlungsvorschlag zur Orientierung bei der Bestimmung der Implantatposition

Der Autor dieses Beitrags, Prof. Dr. Dr. Joachim E. Zöller, Köln, absolvierte sein Medizinstudium an der Universität Heidelberg und sein Zahnmedizinstudium an der Universität Mainz. Die Weiterbildung zum Facharzt der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie erfolgte an der Universität Heidelberg mit spezieller Weiterbildung in plastischer Chirurgie.

Zöller habilitierte (Priv.-Doz.) in Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und war Stellvertreter medizinischer Direktor der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Heidelberg.

Derzeit ist Prof. Zöller Direktor der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie und der Interdisziplinären Poliklinik für Orale Chirurgie und Implan-



logie der Universität zu Köln. Seine Hauptarbeitsgebiete sind Implantologie, Techniken zur Kieferkamm distraction, Chemo-Prävention, ästhetische und funktionelle operative Rekonstruktionsmöglichkeiten und computergestützte Chirurgie. Von ihm liegen mehr als 312 Publikationen und Vorträge vor.

chert der Behandler den Datensatz zusammen mit der Planung auf einem Datenträger ab und versendet sie gemeinsam mit den Modellen und Röntgenschablonen,

die für die Herstellung der Implantatbohrschablonen erforderlich sind. Die zentrale Fertigung bei siCAT, Bonn, einem Tochterunternehmen von Sirona, überprüft zu-

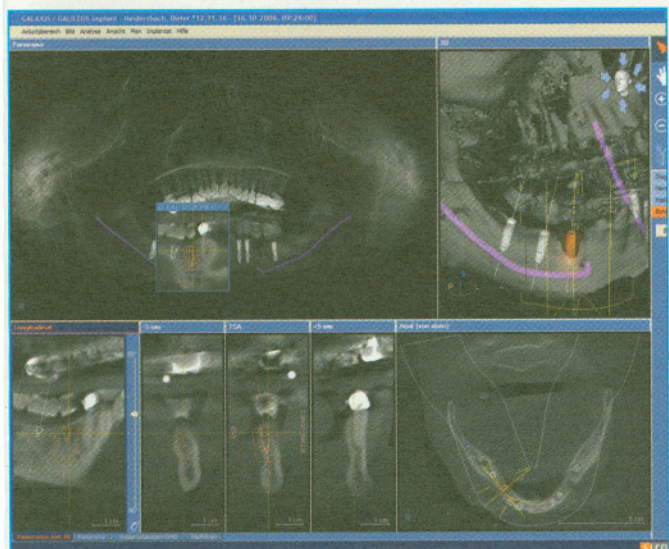


Abb. 3: Implantatplanung in regio 45 bei reduziertem Knochenangebot mit einem Implantat D 3,4 L 13 mit Verankerung in der lingualen und vestibulären Kortikalis



Abb. 4: Postoperativer Kontrollscan bei der Insertion von sechs Implantaten. Die Anlagerung der Knochenspäne ist in der DVT nicht sichtbar.

nächst die Qualität von Röntgenaufnahme und Schablone. Danach wird die Schablone referenziert und in eine CAD/CAM-gesteuerte Fünf-Achsen-Fräsmaschine gespannt. Die Bohrschablone wird nun auf Basis der virtuellen Planungsdaten exakt gebohrt. Nach der initialen Vorbohrung werden die Bohrhülsen gesetzt. Anschließend arbeitet ein Zahntechniker die Röntgenschablone zu einer Implantatschablone um, indem er die Referenzplatte entfernt und die Eintrittsstelle für das Implantatbett aufbereitet. Die Implantatachsen der Bohrschablone sind auf Basis der 3-D-Planungsdaten exakt definiert.

Exakte Orientierung in den anatomischen Strukturen

Durch die 3-D-Bildgebung ist es im Rahmen der Implantatplanung möglich, die Lage der anatomischen Strukturen so genau zu bestimmen, dass das Risiko sinkt, Nachbarzähne, Nerven oder sonstige anatomische Strukturen zu verletzen. Durch die Planung im 3-D-Datensatz werden die Implantate exakt an der späteren prothetischen Versorgung ausgerichtet. Fehlpositionierungen aufgrund eines inadäquaten Knochenlagers lassen sich so vermeiden. Der Behandler kann einen eventuellen Augmentationsbedarf frühzeitig definieren, um die Implantate in ein Knochenlager mit ausreichen-

der Langzeitprognose zu inserieren. Der initial scheinbar höhere Aufwand zur Vorbereitung der Implantatschablone relativiert sich deutlich durch das zielgerichtete chirurgische Vorgehen, denn selbst anatomische Besonderheiten oder risikoreiche Indikationen mit relativer Nervnähe werden sicher therapierbar. Auch die Herstellung der späteren prothetischen Versorgung erfolgt effizienter. Der Prothetiker muss deutlich seltener mit individuellen Aufbauten arbeiten. Dadurch sinkt der zahntechnische Aufwand erheblich. Besonders größere Rekonstruktionen können deutlich wirtschaftlicher erbracht werden, da komplizierte Mesiostrukturen oder mehrfache zahntechnische Anproben überflüssig sind.

Die postoperative Beurteilung kommt ebenfalls zu guten Ergebnissen. Die Planungsdaten wurden nach der Referenzierung mit postoperativen Kontrollaufnahmen überlagert. Es zeigte sich, dass das Ergebnis nur geringfügig von der vorgesehenen Planung abweicht. Da sich die vertikale Positionierung auch heute noch am vorhandenen Knochenangebot orientiert, muss die Darstellung der relevanten Implantatschichten während der Operation zur Verfügung stehen. Diese Planungsansichten liefert die auf Sidexis basierende 3-D-Röntgensoftware *Galaxis*. Sie ermöglicht es, die Therapie nicht nur unter forensischen Gesichts-

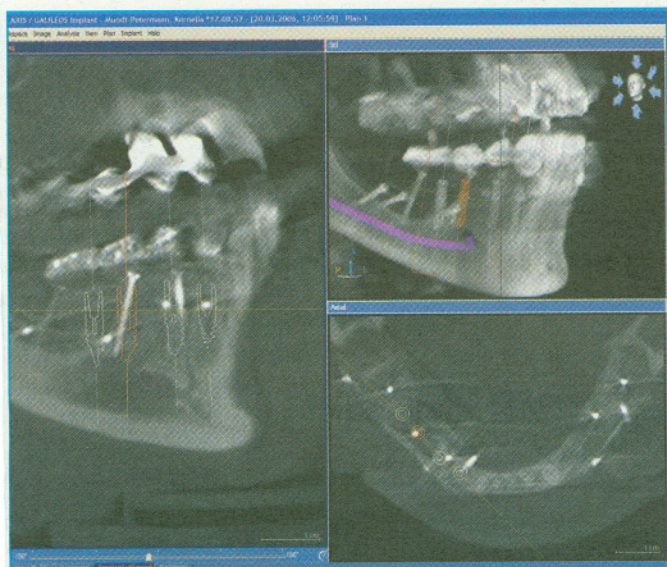


Abb. 5: Galileos-Implantatplanung im Unterkiefer mit unterschiedlichen Detaildarstellungen und Perspektiven

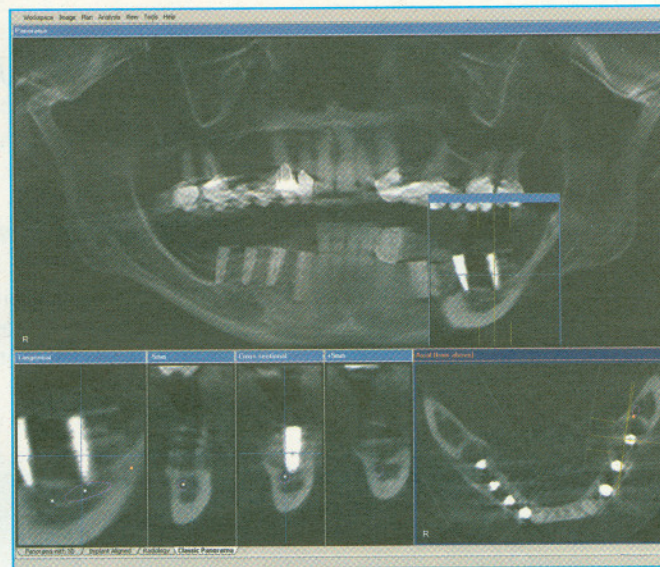


Abb. 7: Darstellung des Nerverlaufs bei extrem naher Implantatinsertion zum Canalis mandibulae, ohne Nerykmpression

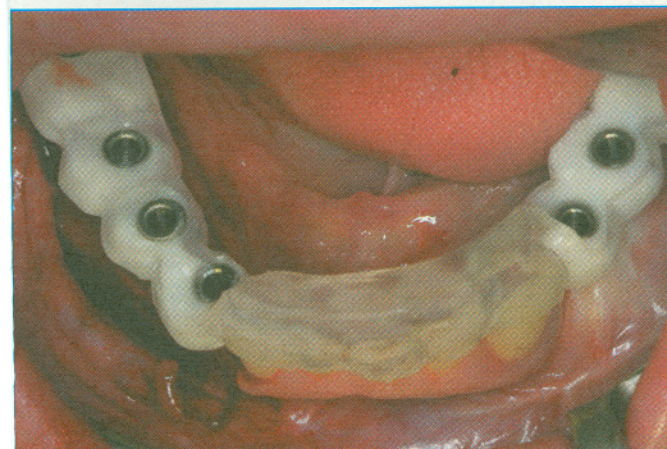


Abb. 6: Positionierung einer auf DVT-Basis hergestellten Bohrschablone mit den anterioren Bohrhülsen für die Pilotbohrung

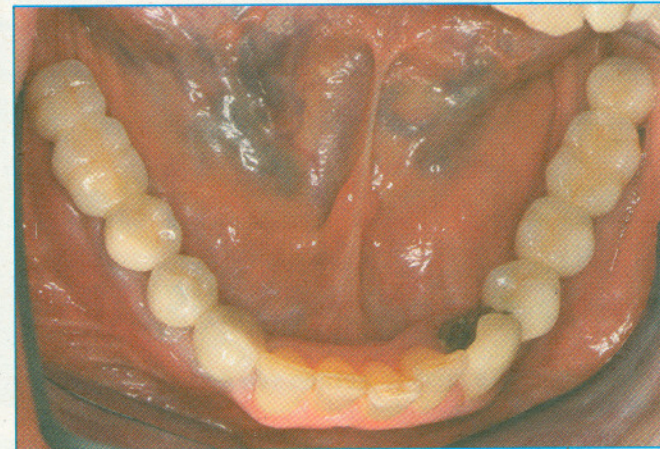


Abb. 8: Wiederherstellung der Stütz zonen im Unterkiefer mit hilfe implantatgetragenen Zahnersatzes

punkten zu dokumentieren, sondern erleichtert auch während der Behandlung den Zugriff auf die Daten.

Das integrierte System aus 3-D-Bildgebung und Diagnose- und Planungssoftware ermöglicht eine effiziente Implantattherapie. Die An-

wendung der Applikation *Galileos Implant* stellt das implantatprothetische Therapieergebnis sicher und reduziert sowohl Be-

handlungsaufwand als auch provisorisch bedingte Komplikationen.
Univ.-Prof. Dr. Dr. Joachim E. Zöller, Köln