

CAD/CAM-Komponenten in Chirurgie und Prothetik

Moderne CAD/CAM-Technologie ermöglicht minimalinvasives Vorgehen, eine an der Prothetik orientierte Implantatplanung und ein hohes Maß an Sicherheit. So lassen sich optimale Behandlungsergebnisse bei Schonung relevanter anatomischer Strukturen erzielen. DR. OLIVER HUGO

Der Wunsch der Patienten nach einer perfekten, naturidentischen Anpassung von prothetischen Restaurationen an das Restgebiss sowie nach langfristiger Stabilität und Biokompatibilität kann durch den Einsatz enossaler Implantate und deren Suprakonstruktion weitgehend verwirklicht werden. Moderne CAD/CAM - Technologie hilft dabei dem Team aus Behandlern und Zahntechnikern, gemeinsam ein optimales Ergebnis zu erzielen.

Das erfolgreiche Einbringen von Implantaten in den Kieferknochen und die biologisch erfolgreiche Osseointegration sind jedoch lediglich Etappenziele auf dem Weg des Patienten zum implantatgetragenen Zahnersatz. Zeitgemäße Implantologie berücksichtigt sowohl den klinischen Befund und die (Röntgen-)Anatomie des Patienten als auch das prothetische Behandlungsziel [Literatur 1], das durch eine diagnostische Zahnaufstellung definiert, am Patienten einprobiert und auf Funktion und Ästhetik überprüft wird. An der Diskrepanz zwischen Zieldefinition und Ausgangssituation wird nicht selten die tatsächliche Komplexität des Falles deutlich: Für den erfahrenen Chirurgen werden zusätzlich notwendige, unterstützende Interventionen (z. B. Augmentationen) ersichtlich, und diese können mit dem Patienten in Ruhe und vor Behandlungsbeginn besprochen werden. Zusätzliche Kosten, die dadurch entstehen, können transparent vermittelt werden.

Schablonengeführt

NobelGuide gehört zu den etablierten Lösungen für die Implantatplanung und schablonengeführte Chirurgie. Die Software umfasst einen schnellen und weitestgehend auto-

matisiert arbeitenden CT-Konverter, mit dem die DICOM-Daten des Patienten und der Röntgenschablone in 3D-Objekte umgewandelt werden. Diese stehen dann in der Planungssoftware zusammen mit den Originaldaten als Planungsgrundlage zur Verfügung. Neben dem „split view“ mit dem 3D-Objekt auf der einen und einem individuell gewählten Transversalschnitt in 2D auf der anderen Bildschirmhälfte (Abb. 1) lassen sich zahlreiche weitere Darstellungen wählen. Die Ansichten sind stets in Echtzeit miteinander verknüpft, so dass alle Änderungen in den anderen Ansichten ebenfalls sofort umgesetzt werden. Dies sorgt für eine enorme Erleichterung der räumlichen Orientierung.

Präziser durch Kalibrierung der Bildgebung

Als derzeit einziges Produkt dieser Art bietet die Software eine Kalibrierung der Bildgebung an. Das „Calibration Object“ (Abb. 2) von NobelGuide schließt die bei offenen Systemen vorhandene Lücke zwischen 3D-Bildgebung und Produktion, die insbesondere bei den weniger standardisierten Volumentomografen auftritt. Obwohl DVTs in der Regel sehr ansprechende, diagnostisch aussagekräftige und hochauflösende Bilder produzieren, variieren die absoluten Messdaten nach Bilderfassung von Gerät zu Gerät erheblich. Dies macht eine automatisierte, räumliche Definition von Objekten eher schwierig. Der Kalibrierungsscan des „Calibration Object“ im zur Digitalisierung tatsächlich verwendeten Gerät wird durch die Software analysiert und als gerätespezifische Referenz erkannt und gespeichert. Somit können die Dimensionen der Röntgenschablone aus den

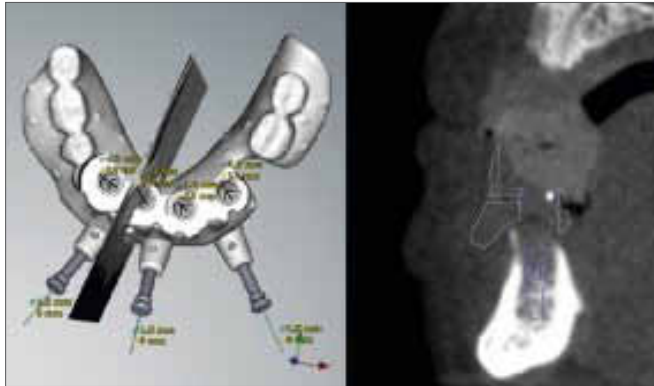


Abb. 1: „Gute räumliche Orientierung durch in Echtzeit verknüpfte Ansichten“

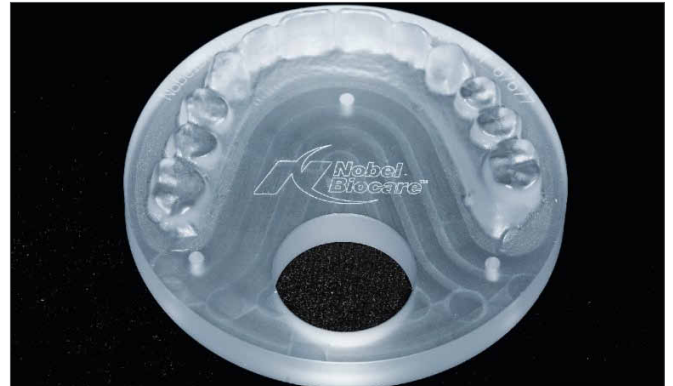


Abb. 2: Einzigartige Kalibrierbarkeit der Software auf verschiedene Röntgeneräte

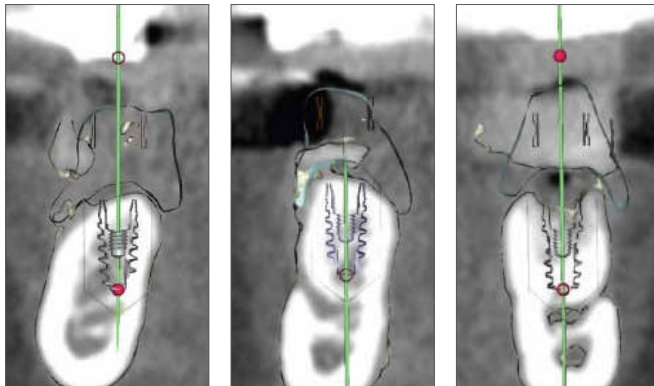


Abb. 3: Transversale Ansicht der geplanten Implantatpositionen (35, 45, 46)



Abb. 4: Schichtstruktur der stereolithografisch erstellten Schablone

DICOM-Daten noch präziser und vor allem automatisiert ausgelesen werden (automatische „Segmentierung“).

Eine exakte Erfassung der tatsächlichen, absoluten Dimensionen der Röntgenschablone ist sehr wichtig, da diese Information zur Herstellung der Bohrschablonen verwendet wird. Eine Kalibrierung im Sechsmonatsrhythmus erscheint vor dem Hintergrund sinnvoll, dass die Panels potenziell „altern“ können. Ein Kalibrierungsscan sollte auch immer dann erneut durchgeführt werden, wenn am Gerät Wartungen oder ein Software-Update durchgeführt wurden.

Der konkrete Fall

Am Beispiel einer Unterkieferversorgung zeigen sich die Vorteile solcher Planungssysteme. Regelmäßig limitiert der Nervus alveolaris inferior hier in den Stützzonen den zur Verfügung stehenden Platz für eine Implantatversorgung. Die Verwendung eines 3D-Planungssystems erweitert dabei den chirurgischen Spielraum insofern beträchtlich, als es uns das vorhandene horizontale Knochenangebot lateral des Nerv-

kanalausgangs verfügbar macht. Risikoarm können so die Implantate an den gewünschten Positionen inseriert werden. Eine verkürzte Zahnreihe im zweiten Quadranten erübrigt in diesem Fall das Setzen eines Implantats in regio 36 (Abb. 3).

Die NobelGuide Bohrschablone wird stereolithografisch, zentral in Göteborg aus dem Planungsdatensatz gefertigt. Neben der hohen Genauigkeit der Übertragung der Planung auf die Schablone bringt (Literatur 2) die Stereolithografie typischerweise eine Schichtstruktur mit sich, die sich in kleinen Abstufungen auf der Schablone äußert (Abb. 4). Da bei teilbezahnten Kiefern auf der glatten Oberfläche der noch vorhandenen Zähne diese Abstufung auf der basalen Seite der Schablone zu Passungsungenauigkeiten führen würde, ist es notwendig, die Schablone vor der intraoperativen Verwendung im Labor auf das Meistermodell aufzupassen.

Nach Überprüfung des schaukelfreien Sitzes der Bohrschablone (Abb. 6) wird zunächst eine Schleimhautstanzung mit einer rotierenden Stanze durchgeführt. Um einer Verschleppung von Epithelresten in die Tiefe des Bohrschachtes vorzubeugen, wird die Schablone anschließend



Abb. 5: NobelGuide OP-Schablone



Abb. 6: OP-Schablone in situ

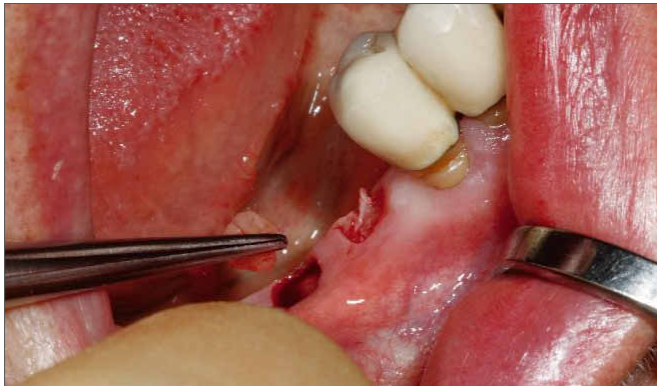


Abb. 7: Sauberes Nacharbeiten der Schleimhautstanzungen.



Abb. 8: Schablonengeführtes Einbringen der NobelActive Implantate



Abb. 9: NobelActive Implantate benötigen schablonengeführt ein vorgeschchnittenes Gewinde.



Abb. 10: Überprüfung des Einbring-Drehmoments mit der Ratsche

entnommen und die kreisförmigen Stanzungen sorgfältig mit einem Raspatorium und einer feinen Pinzette gesäubert (Abb. 7). Dieses Vorgehen bietet darüber hinaus noch die Möglichkeit, mit einer Sonde unterminierend die Qualität des Knochens und die Übereinstimmung der Implantatpositionierung mit der digitalen Planung zu überprüfen. Nach Wiedereinsetzen der Schablone werden sukzessive über entsprechende Hülsen geführt die Bohrschäfte vorbereitet,

die Gewinde vorgeschritten und die Implantate eingebracht (Abb. 8, 10, 11). Bei Verwendung des NobelActive Systems wie im vorliegenden Fall ist das Vorschneiden eines Gewindes obligat, da nur so ein richtungsstabiles Einbringen des stark selbstschneidenden Implantats gewährleistet ist (Abb. 9). Die Transversalschnitte des postoperativ angefertigten Volumendatensatzes zeigen die gute Übereinstimmung der endgültigen Implantatposition mit der Planung (Abb. 12).



Abb. 11: Minimalinvasive Chirurgie führt regelmäßig zu reduzierter Symptomatik für die Patienten.

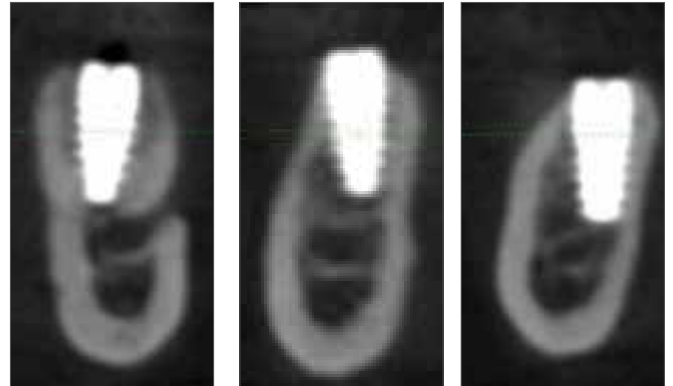


Abb. 12: Transversale Position der Implantate post OP (46, 45, 35)



Abb. 13: Konstruktion der Abutments und der Kronencopings aus der Zahndatenbank

Wenn – wie hier – keine Sofortbelastung gewünscht wird, schließt sich die Schleimhaut über den flachen Deckeln der Implantate in den meisten Fällen im Laufe der Einheilung wieder vollständig. Für die dadurch später erforderliche Freilegung, die nach drei Monaten erfolgen kann, steht uns die Schablone wieder zur Verfügung: Durch schlichtes Nachstanzen mit einer Handstanze über die Schablone ist die Freilegung bei ausreichend vorhandener befestigter Gingiva damit innerhalb weniger Minuten durchgeführt.

Mehr Komfort durch CAD/CAM

Chirurgisch betrachtet erhalten der Behandler und der Patient durch die CAD/CAM-Technik einen höheren Operationskomfort durch die mögliche minimalinvasive Vorgehensweise, eine an der Prothetik optimierte Implantatplanung und nicht zuletzt ein extrem hohes Maß an Sicherheit hinsichtlich der Schonung relevanter anatomischer Strukturen. Aber auch bei der prothetischen Versorgung spielt die moderne Computertechnik zunehmend eine wichtige Rolle.

Das NobelProcera System bietet hier ein umfassendes Produktportfolio. Eine Vielzahl an Materialien wie zum Beispiel Zirkoniumdioxid (ZrO_2) und Aluminiumoxid (Al_2O_3), sowie Titan, Kunststoffe und Nichtedelmetalle (CoCr) stehen dabei zur Verfügung. Das Indikationsspektrum reicht von der Einzelzahnkrone und mehrgliedrigen Brückenkon-

struktionen auf natürlichen Pfeilerzähnen über individuelle Keramikabutments auf Implantaten bis zu großspannigen zementierten oder verschraubten Suprakonstruktionen auf Implantaten.

Moderne Oxidkeramiken bieten neben der hohen Stabilität [Literatur 3] vor allem eine besondere Biokompatibilität [Literatur 4] verbunden mit sehr guten ästhetischen Möglichkeiten.

Das optische Scanverfahren basiert auf dem Prinzip der konoskopischen Holografie. Auf dem durch den Scanvorgang gewonnenen, virtuellen Modell kann die gewünschte Restauration unmittelbar in der Software konstruiert und im Anschluss industriell hergestellt werden. Zeit- und kostenintensive Arbeitsschritte wie Modellherstellung oder Wax-up werden so umgangen. Die über den vorhandenen Datensatz erstellten Modelle können so virtuell über einen beliebig langen Zeitraum gespeichert und auf Wunsch auch noch nach Jahren in beliebiger Anzahl und in höchster Präzision industriell angefertigt werden.

Mit der Software können nicht nur die optimale Form und Größe von Kronen und Brücken aus einer virtuellen „Zahnbibliothek“ heraus gestaltet, sondern auch auf der Grundlage eines Scans des Bissregistrats die okklusale Morphologie an die Gegenbeziehung adaptiert und die vorhandenen Okklusionskontakte dargestellt und angepasst werden. Eine automatische „Cut-back“-Funktion reduziert in

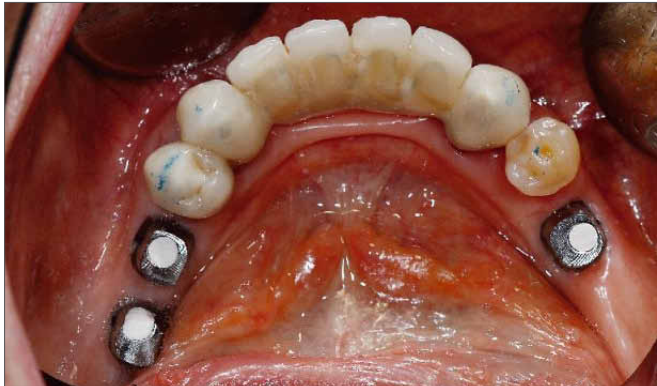


Abb. 14: Individualisierte Titanabutments in situ



Abb. 15: Definitiv zementierte Kronen in situ (ZT Bernhard Henschel)

einem weiteren Schritt die virtuelle Restauration um den Betrag der späteren Verblendkeramik. Hierdurch ist eine ideale und homogene Verblendkeramiksichtstärke gewährleistet. Ein nicht weniger wichtiger und in der Vergangenheit in vielen Fällen nur schwer zu kontrollierender Aspekt für den klinischen Langzeiterfolg von Brückengerüsten ist die Form und Dimensionierung der Verbindungselemente (Konnektoren) zwischen Brückengliedern und Brückenankern. So zeigen Untersuchungen, dass Gerüststrukturen nur bei ausreichender vertikaler Höhe und ausreichendem Querschnitt den Dauerbelastungen standhalten können. Ein zusätzlicher, den klinischen Langzeiterfolg der Verblendkeramik beeinflussender Faktor ist, dass scharfe Kanten und Übergänge vermieden werden sollten, um punktuelle Belastungsspitzen bei Krafteinleitung zu unterbinden. Diese Aspekte werden im System berücksichtigt und unterstützen den Anwender durch eine automatische Anpassung der Form bei Veränderung der Dimensionen. Der Einstieg in die CAD/CAM-Vollkeramik wird dabei durch den Hersteller mit einer Fünfjahresgarantie auf alle Produkte des NobelProcera Systems und dessen Komponenten unterstützt.

Individuelle Abutments

Nach erfolgreicher Einheilung geht es schließlich um die Versorgung der drei Implantate im vorliegenden Fall. Rota-

tionsymmetrische Implantate haben eine kreisrunde Plattform, während Molaren eine mehr oder weniger rechteckige Form ausweisen. Zwischen beiden Formen muss ein möglichst glatter und fließender Übergang erstellt werden, der zudem das Emergenzprofil ausgestaltet. Am einfachsten gelingt dies durch Verwendung individualisierter Abutments. Hinreichend dokumentiert ist die Verwendung vollkeramischer Abutments nur im Frontzahnbereich (Literatur 5), weshalb im kautragenden Seitenzahnbereich Abutments aus Titan der Vorzug zu geben ist. Die Anfertigung der Kronengerüste erfolgte aus Zirkoniumdioxid (Abb. 13).

Durch die Kombination individualisierter Abutments mit anatomisch ausgeformten Vollkeramikronen ist so eine natürliche Rekonstruktion der beiden Stützzonen möglich gewesen (Abb. 14 und 15).

Ausblick

Das Zusammenspiel der CAD/CAM-Komponenten in Chirurgie und Prothetik eröffnet dem Praktiker viele neue Möglichkeiten der Planung und Versorgung seiner Patienten. Künftig findet sich unter dem Begriff NobelConnect eine Kommunikationsplattform, die alle am Teamerfolg der Gesamtrehabilitation beteiligten Personen am Bildschirm gemeinsam planen lässt, auch wenn sie an verschiedenen Standorten arbeiten.

Offene Fragen lassen sich dann unkompliziert auch im räumlich getrennten Team erörtern. Ein passiver, virtueller Helfer wird dabei in der Software den Fortschritt der Diagnostik und Planung überwachen und auf fehlende Bausteine und technische Restriktionen hinweisen. Der Einsatz von Computertechnik in der Zahnmedizin bleibt ein spannendes Thema, bei dem es sich lohnt, nicht als Letzter die enormen Möglichkeiten zu entdecken. □

Dr. Oliver Hugo



studierte Zahnmedizin in Würzburg und ist seit 1997 in Gemeinschaftspraxis in Schweinfurt niedergelassen. Zu seinen Arbeitsschwerpunkten zählen vor allem die Implantologie und Vollkeramik. Hugo ist national und international als Autor und Referent tätig. Er gibt Workshops und Kurse u.a. zur schablonengeführten Chirurgie. ohugo@schoenerlachen.de

Die Literaturliste stellen wir Ihnen auf www.dentalmagazin.de zur Verfügung.

