

Automatisierung

Quo vadis CAD/CAM?

Wie kann man den manuellen Aufwand und die Herstellungskosten bei der Fertigung von feststehendem Zahnersatz minimieren und trotzdem eine gleich bleibend hohe Qualität der zahnärztlich-zahntechnischen Restaurationen gewährleisten? Können dabei Werkstoffe wie Hochleistungskeramiken (Zirkondioxid) und Titan eingesetzt werden, die konventionell nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand verarbeitet werden können? CAD/CAM – eine Technologie, die in der Industrie schon seit Jahren etabliert ist, kann dabei helfen.

Autoren: Sebastian Quaas, Heike Rudolph, Priv.-Doz. Dr. Ralph Luthardt, Dresden

■ **Aus dem Maschinenbau** stammt die Idee, ein Werkstück computergestützt zu konstruieren und herzustellen. Mittlerweile haben sich diese CAD/CAM-Technologien (CAD/CAM = computer aided design – computerunterstütztes Design / computer aided manufacturing – computerunterstützte Fertigung) auch in der Zahnheilkunde etabliert. Während aber in der Industrie die mehrfache Fertigung eines Werkstückes im Vordergrund steht, verlangt die Zahnmedizin die Fertigung von einzelnen, individuell an den Patienten angepassten Unikaten. Dies erschwerte die Umsetzung der industriellen Technologien in den zahnärztlich-zahntechnischen Bereich, sorgte aber auch für die Entwicklung intelligenter Lösungen mit qualitativ hochwertigen Ergebnissen.

Abformung vs. intraorale Digitalisierung

Datenerfassung oder Digitalisierung eines oder mehrerer Zahnstümpfe oder des gesamten Kiefers ist

die Grundlage für die Herstellung zahnärztlich-zahntechnischer Restaurationen mittels CAD/CAM-Technologien. Dabei kann die Zahngeometrie intraoral optisch erfasst werden. Alternativ wird ein Gipsmodell, welches der Zahntechniker aus einer Abformung erstellt, erfasst und in Digitalisierdaten umgewandelt. Die Fragestellung, welche Art der Datenerfassung die klinische Situation besser darstellt, ist Gegenstand intensiver Forschungsarbeit. Ein besonderes Augenmerk liegt darauf, die Oberfläche des präparierten Zahnes einschließlich der Präparationsgrenze vollständig und genau zu erfassen. Diese Informationen der Zahngeometrie liegen dann als hochgenaue 3-D-Daten zur weiteren Datenverarbeitung vor. Umfang und Aufwand differieren je nach Art der Restauration. Über Kronengerüste hinausgehende Versorgungen erfordern Daten der Nachbarzähne und der Zähne im Gegenkiefer, Brückengerüste die räumliche Relation der Stümpfe zueinander und Brücken mit Kauflächen zusätzlich die antagonistische Zahnreihe.

Tasten oder projizieren

Generell unterscheidet man zwischen taktilen und berührungsfrei-optischen Digitalisierverfahren. Taktilen Verfahren verwenden Messtaster, welche die Oberfläche des Stumpfes erfassen. Entscheidend für die Erfassung feiner Strukturen sind dabei die Form und Größe des Tasters. Berührungsfrei-optische Digitalisierverfahren basieren auf einer Projektions- und Detektionseinheit, die in einem bekannten Winkel zueinander angeordnet sind. Auf das zu erfassende Objekt werden strukturiertes (Weiß-)Licht oder Laserpunkte oder -linien projiziert, die Detektoreinheit erfasst das Objekt samt Projektion von mehreren Seiten. Dabei kommen CCD-Chips (CCD = Charged Coupled Devices = Ladungsgekoppelte Bauelemente) zur Anwendung, welche auch in der digitalen Fotografie benutzt werden. Die Aufnahmen werden zusammengesetzt, sodass ein dreidimensionaler Datensatz der Oberfläche entsteht. Dieser Datensatz ist eine An-



Mechanische Digitalisierung mit dem Triclone 90 von Renishaw.
Quelle: Renishaw, Gloucestershire, GB