

Abb. 1: CAD-Konstruktion einer adjustierten Aufbisschiene.

CAD/CAM 2.0 – wo stehen wir heute?

Die historische Entstehung der computergestützten Konstruktion (CAD = Computer Aided Design) und der computergestützten Fertigung (CAM = Computer Aided Manufacturing) hat ihre Wurzeln im frühen 19. Jahrhundert. Bereits im Jahre 1808 wurden von Josef Marie Jacquard gelochte Blechkarten zur automatischen Steuerung von Webmaschinen eingesetzt und damit die Produktivität der Maschinen deutlich erhöht. Er gilt als Erfinder des austauschbaren Datenträgers.

Durch seine Weiterentwicklung des Webstuhls trug er entscheidend zur industriellen Revolution bei. Die ersten Versuche, mittels computergestützter Technologien Zahnersatz herzustellen, fanden Anfang der 70er Jahre statt. Francois Duret gilt als Vater der computergestützten Fertigung von Zahnersatz. Bereits 1971 begann er mit den ersten theoretischen und experimentellen Forschungsarbeiten zur computergestützten Herstellung von Zahnersatz („Sophia“-System). Heitlinger und Rodder machten im Jahre 1979 ihre ersten Versuche zur computergestützten Herstellung von Zahnersatz mit dem sogenannten „DentiCAD“-System. Allerdings konnten sich beide Systeme nicht durchsetzen. Erst Mörmann und Brandestini gelang es mit dem CEREC-System ein CAD/CAM-System zu entwickeln, das im Dentalmarkt Verbreitung fand. Die ersten Entwicklungen dazu starteten bereits im Jahre 1980, die Markteinführung erfolgte 1985 durch die Firma Siemens Dental, aus der sich nachfolgend die Firma Sirona Dental Systems entwickelte. Mit der Einführung der effizienten Bearbeitung von Zirkonoxid im Weißlingszustand setzte sich die CAD/CAM-Technologie endgültig auf dem Dentalmarkt durch. Es gab für eine Bearbeitung dieses Werkstoffes keine Alternativen. Zirkonoxid war also die „Killerapplikation“ für die digitale dentale Fertigung. Ohne diesen Werkstoff hätte die Entwicklung der dentalen CAD/CAM-Technologie sicherlich nicht in diesem rasanten Tempo stattgefunden.

Zwischenzeitlich werden neben feststehendem Zahnersatz, der sowohl auf natürlichen Pfeilern als auch auf Implantaten verankert ist, auch zunehmend herausnehmbare Indikationen im CAD/CAM-Verfahren hergestellt. Besonders beeindruckend haben sich im letzten Jahr digital gefertigte Aufbisschienen (Abb. 1 bis 3) entwickelt. Sowohl preislich als auch hinsichtlich der Qualität können diese mit den in analoger Technik gefertigten Schienen jederzeit konkurrieren. Die Reproduzierbarkeit der Daten und damit verbunden die wiederholbare Herstellung der Schienen bewirkt einen zusätzlichen wirtschaftlichen Vorteil, sodass nach meiner Einschätzung die analog gefertigten Schienen langfristig durchaus durch digital gefertigte Schienen ersetzt werden könnten. Auch im Bereich der computergestützten Herstellung von Modellgüssen (Abb. 4) und Totalprothesen (Abb. 5) gibt es eine Reihe von interessanten Entwicklungen, die enormes Potential aufweisen. Sicherlich nur eine Frage der Zeit, bis auch hier digitale Fertigungskonzepte greifen.

Die Grundlage jeder computergestützten Konstruktion bilden Daten. Diese können einerseits durch digitale Erfassung in das CAD-System importiert werden, oder aber auf der Basis von Datenbanken bereits in der Software hinterlegt sein. Bereits jetzt werden Daten aus radiologischen Erfassungssystemen mit den Daten aus optischen Scannern sehr erfolgreich kombiniert. Die Verknüpfung von DICOM-Daten (DICOM = Digital Imaging and Communications in Medici-

ne) mit STL-Daten (STL = Standard Tessellation Language) ist schon jetzt essentieller Bestandteil der meisten 3D-Implantatplanungsprogramme (Abb. 6). Auf der anderen Seite werden es intelligente Datenbanken, wie beispielsweise die Zahnstrukturdatenbank nach Schweiger (Abb. 7 und 8) sein, die völlig neue und noch nie dagewesene Möglichkeiten zur Reproduktion von naturidentischem Zahnersatz bieten. Das Geheimnis der Ästhetik stellt die Form des Dentinkerns (Abb. 9) dar, die sich doch etwas von dem, was traditionell in der zahntechnischen Ausbildung gelehrt wird, unterscheidet. Dentinkern-Kronen von BEGO Medical bieten bereits jetzt die Möglichkeit, der „Natur auf die Spur“ zu kommen.

Die zahntechnische Zukunft im digitalen Zeitalter wird weiter spannend bleiben. Mehr denn je werden Experten benötigt, die einerseits die digitalen Instrumente in der zahntechnischen Herstellung sicher beherrschen, andererseits aber auch das analoge Fundament der klassischen Zahntechnik vorweisen, um durch die Kombination des Wissens und der Fertigkeiten aus beiden Bereichen eine leistungsfähige Zahntechnik auf hohem Niveau zu gewährleisten. Sicher ist, dass gute Zahntechniker auch zukünftig sehr gefragt sein werden, allerdings werden die Anforderungen an die Kenntnisse und Fertigkeiten um den digitalen Workflow erweitert sein. Die Herausforderung ist groß – aber gerade deswegen spannender denn je.

ZTM Josef Schweiger, München
E-Mail: josef-schweiger@t-online.de



Abb. 2: Digital gefertigte Schiene auf dem Meistermodell.



Abb. 3: Vollanatomische zahnfarbene Aufbisschienen in einer Fräsronde aus Hochleistungspolymer.



Abb. 4: Im Lasersinterverfahren hergestellte Unterkiefer-Modellguss-Prothese (DMLS-Verfahren = Direct Metal-Laser-Sintering) (Bildquelle: EOS GmbH, Krailling).



Abb. 5: CNC-Fräsen einer Oberkiefer-Totalprothese.

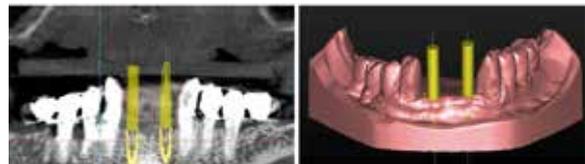


Abb. 6: Verknüpfung von DICOM-Daten mit STL-Daten in der 3D-Implantatplanung.



Abb. 7 bis 9: Zahnstrukturdatenbanken nach Schweiger ermöglichen es erstmals, mehrschichtigen individuellen Zahnersatz im digitalen Verfahren herzustellen.