

CAD/CAM – DER ANFANG IST GEMACHT



Computer in Praxis und Labor werden das Handeln bestimmen

Prof. Dr. Dr. Albert Mehl, Universität Zürich

Manfred Kern, Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V.

>>> Abdruckfreie Praxis, virtuelle Konstruktionsmodelle und Artikulation auf Windows-Oberfläche, biogenerische Kauflächengestaltung durch intelligente Software, Rapid-Prototyping und 3-D-Printing sind nur ein kleiner Ausschnitt von Themen, die in letzter Zeit vermehrt in wissenschaftlichen Beiträgen oder Fachveröffentlichungen im Zusammenhang mit CAD/CAM erwähnt werden. Damit verbunden ist,

dass die „konventionelle“ CAD/CAM-Technik bereits in Zahnarztpraxen, Praxis- und Dentallaboren angekommen ist und nun die nächsten Evolutionsstufen bevorstehen. Blickt man nur einige Jahre zurück, so stand die Diskussion um Passgenauigkeit, Wirtschaftlichkeit und Benutzerfreundlichkeit noch im Vordergrund. Die Qualität von CAD/CAM-Restaurationen wurde kritisch gesehen und es gab nur wenige „Pioniere“, die sich mit diesem Thema auch wissenschaftlich auseinandersetzten. Inzwischen hat sich das Blatt gewendet. Aus der zögerlichen und teilweise auch abwartenden Haltung gegenüber dem computergefertigten Zahnersatz ist jetzt ein akzeptiertes Standardverfahren geworden. Viele Unternehmen investieren immense Beträge in die weitere Entwicklung dieser Technologie

Wie kam es zu diesem rasanten Umschwung? Auf der einen Seite erkannte man den Nutzen eines Werkstoffs, der sich nur mithilfe computergestützter Verfahren sinnvoll verarbeiten ließ: die Zirkonoxidkeramik. Erstmalig waren damit vollkeramische Brückenversorgungen möglich. Auch andere Keramiken zeigten bessere Materialeigenschaften nach maschineller Bearbeitung, da die verwendeten Blanks industriell unter optimalen Bedingungen her-

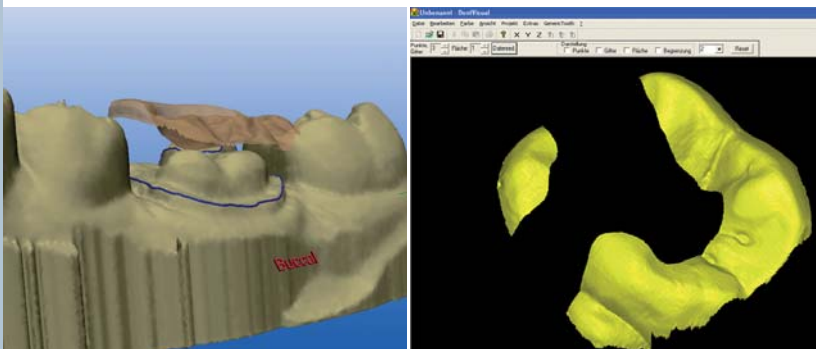


Abb. 1: Virtuelle automatische Rekonstruktion: Die Scandaten des Antagonisten, der funktionellen Bewegung, der Nachbarzähne und der Präparation können in toto berücksichtigt werden, um eine nach allen Regeln der Zahnmedizin und Zahntechnik passende Kaufläche zu gestalten. (Abb. Mehl) – **Abb. 2:** Die noch vorhandene Restzahnschubstanz determiniert durch z.B. die Lage der Höckerhöckerabstände, die Höckerabstände und die Fissurenverläufe zu einem großen Anteil die Morphologie der Kaufläche im Defektbereich. Die Gesetzmäßigkeiten hierfür (=biogenerische Kaufläche) können durch Analyse von vielen Tausenden Kauflächen natürlicher Zähne gewonnen werden. (Abb. Mehl)

gestellt werden können. Auf der anderen Seite hat sich auch die Technologie der CAD/CAM-Systeme deutlich verbessert. Davon ausgehend, dass in den 1990er-Jahren Computer leistungsfähiger und Messverfahren effektiver wurden, konnte dadurch insbesondere die Leistung der 3-D-Aufnahmesysteme an die Bedürfnisse der Zahnmedizin angepasst und die Bedienung vereinfacht werden. Durch die Weiterentwicklung der CAD-Software konnten vielfältige Konstruktionsmöglichkeiten geschaffen (Abb. 1) und auch die Qualität der Schleif- und Fräseinheiten verbessert werden. Wirtschaftlichkeit bei gleichzeitig hoher Qualität der gefertigten Restaurationen sind aktuell die „Markenzeichen“ der CAD/CAM-Technik. Davon profitiert der Zahnarzt und Zahntechniker durch standardisierte und bestens kontrollierte Behandlungs- bzw. Fertigungsabläufe – und letztlich auch der Patient.

Worauf wird sich nun der aktuelle CAD/CAM-Trend konzentrieren? Wer sich mit der Thematik eingehend beschäftigt, konnte schon sehr früh voraussehen, dass Fertigungszentren eine entscheidende Rolle spielen würden: Hohe Auslastung, spezialisiertes Personal, zentralisierter Materialeinkauf und hohe Qualitätsmaßstäbe an die „Standardversorgung“ ermöglichen einen wirtschaftlichen Durchsatz, der die Amortisierung der Investitionen in hochentwickelte Fertigungsmaschinen ermöglicht und gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit erhöht. Mittlere und kleinere Labore werden ihre Kernkompetenz in der computergestützten Herstellung hochwertiger, ästhetischer Versorgung und in der Spezialanfertigung im Bereich der Teilprothetik nutzen.

Ein weiterer wichtiger Trend, der sich aktuell abzeichnet, ist die Chairside-Fertigung von Inlays, Onlays, Teilkronen und Einzelkronen. Die Zielgruppe dieses CAD/CAM-Verfahrens ist der Zahnarzt. Der Nutzen bei der einmaligen Sitzung ist die Zeitersparnis für den Patienten und die Einsparung des Provisoriums, was zusätzlich die potenzielle Gefahr der Höckerfraktur, der Schmelzrandabplatzung und die Schwächung der Dentinhftung minimiert. Die biogenerische Kauflächengestaltung ermöglicht die Rekonstruktion der fehlenden Kaufläche bei Inlays, Onlays und Teilkronen nach dem Vorbild der Natur (Abb. 2, 3). CAD/CAM und Vollkeramik werden oft in einem Atemzug genannt, was nach dem oben Beschriebenen nachvollziehbar ist, auf der anderen Seite aber auch viel zu kurz greift. Gerade das enorme Potenzial, das in der Fräsbearbeitung und seit Kurzem auch im Lasersintern von Metallen steckt, wird oft völlig vergessen. Die Herstellung von Metallrestaurationen (z.B. NEM, Titan oder Goldlegierungen) wird daher ebenfalls über kurz oder lang eine Domäne der CAD/CAM-Technik werden.

Was wird die Zukunft der CAD/CAM-Technik bringen? Die intraorale 3-D-Vermessung wird zumindest teil-

weise die abdruckfreie Praxis ermöglichen (Abb. 4). Die Geschwindigkeit, die Bedienung und die Genauigkeit der Aufnahmen werden laufend verbessert und der Messbereich ausgeweitet. Hat man einmal einen 3-D-Datensatz der Zahnoberflächen abgespeichert, lässt sich damit auch eine völlig neuartige, zahnmedizinische Diagnostik durchführen, indem man die zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommenen Messdaten miteinander vergleicht. Bei kie-

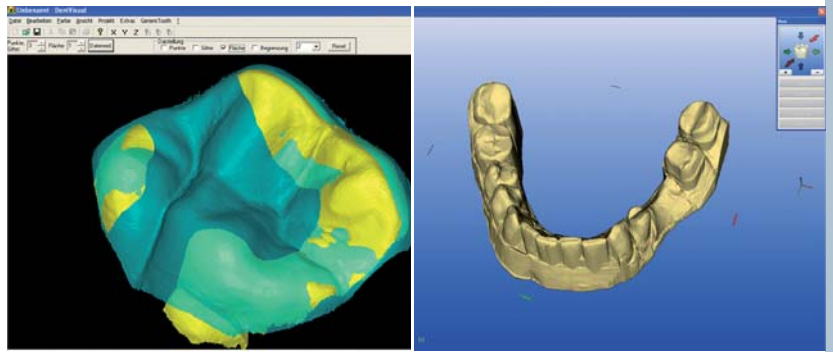


Abb. 3: Anhand der gefundenen Gesetzmäßigkeiten wird eine Kaufläche für den Defekt berechnet, die durch Anpassung an den Restzahn den Defekt möglichst naturnah ersetzt. (Abb. Mehl) – **Abb. 4:** Intraorale Kamerascanner ermöglichen künftig lichteptische Ganzkiefer-Abformungen und sind die Wegbereiter der abdruckfreien Praxis. (Abb. Wiedhahn)

ferorthopädischen Behandlungen, bei der Analyse von Erosionen und Abrasionen, bei parodontalen Veränderungen oder Eingriffen sind so quantitative, dreidimensionale Verlaufskontrollen möglich. Ein ganz entscheidender Vorteil der computergestützten Verfahren im Vergleich zur herkömmlichen Aufwachstechnik ist auch in der funktionellen und morphologischen Kauflächengestaltung zu sehen. Komplexe Algorithmen können ein immenses Grundlagenwissen über Zahnstrukturen und individuelle genetische Zusammenhänge abspeichern. Virtuelle Artikulatoren können beliebig programmierbare Bewegungen simulieren, sodass deutlich mehr Naturgesetzmäßigkeiten und individuelle Parameter als bisher in die Restorationsoberfläche integriert werden können.

Überhaupt: Die Bedürfnisse der CAD/CAM-Technologie haben Themen der Grundlagenforschung beflügelt und damit auch andere Bereiche der Zahnmedizin vorangebracht. Universitäten und Industrie können durch Kooperation eine nützliche Symbiose bilden und diese spannende Entwicklung vorantreiben und gestalten. Bis jetzt war CAD/CAM oder computergestützte Zahnmedizin kein zentrales Thema an den Universitäten. Da wir gerade erst am Anfang stehen und das Leistungspotenzial der CAD/CAM-Technik enorm ist, wird sich das in den nächsten Jahren mit Sicherheit ändern – und hiermit wiederum auch die Behandlungsmöglichkeiten in den Praxen beeinflussen – im Interesse unserer Patienten. <<<