

SP 16.05.14 / 00:03

HEFT 10/2014 TITEL MIT CME

FORTBILDUNGSTEIL 1/2014

Digitale Abformung und innovative CAD/CAM-Werkstoffe



CME-FORTBILDUNG

Digitale Abformung

Besonders der Bereich der digitalen Behandlungsplanung und Datenerfassung von Präparation und Bissrelation steht bei intraoralen Scannern derzeit im Vordergrund der Weiterentwicklungen. Angesichts der bislang noch relativ geringen Marktdurchdringung stellt die digitale Anwendung im Bereich der Abformung jedoch noch keineswegs der Standard dar. Angesichts der kontinuierlich steigenden Anzahl von Anbietern gibt dieser Artikel einen Überblick über eine Auswahl der auf dem Markt erhältlichen CAD/CAM Systeme, Intraoral-Scanner und innovativen CAD/CAM-Materialien. Erörtert werden im Folgenden deren Indikationsbereiche und Anwendung im digitalen Workflow.

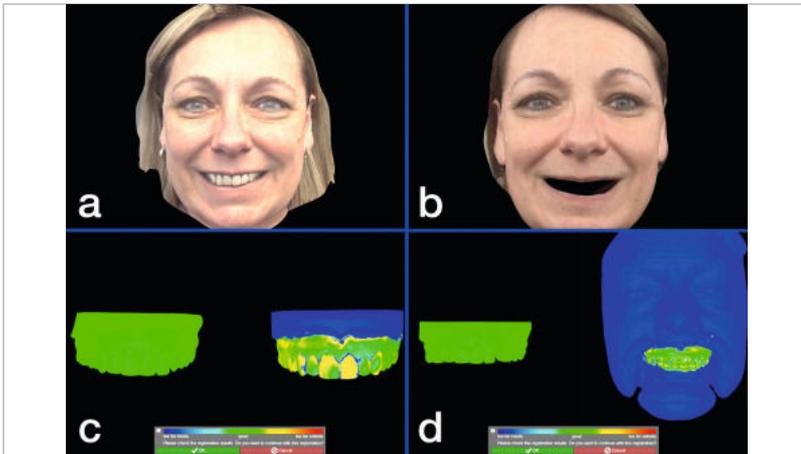


Abbildung 1: Maßstabgetreue, natürliche Darstellung (3-D-Gesichts-Scanner, priti-mirror) des Patientenkopfes, der am Bildschirm dreidimensional betrachtet werden kann: Situationsdarstellung (Ausgangssituation) Frontansicht mit lächelnden Lippen: (a) insuffiziente Frontzahnrestaurationen (b) ausgeschnittene Frontzähne zur Darstellung der virtuell geplanten Zahnposition (c) Modell-Scan der Ausgangssituation (links) und Überlagerung des Datensatzes der Ausgangssituation und des virtuellen Wax-ups (rechts) (d) Übertragung der Wax-up-Konstruktion auf den Gesichts-Scan Alle Fotos: Gü Horvath

Digitaler Workflow

Die computergestützte Erfassung der Mundsituation sowie die Planung und Herstellung von Zahnersatz hat sich seit Einführung des Cerec-Systems vor 28 Jahren inzwischen ein Standardverfahren in der Zahnmedizin etabliert [Poticny and Klim, 2010]. Ziel der Entwicklung war zunächst die Fertigung und Eingliederung vollkeramischer Inlays inner einer einzigen Behandlungssitzung (Chairside-Verfahren).

Für Einzelzahn-Restaurationen hat sich diese Chairside-Variante als langzeitstabile und wirtschaftliche Versorgungsform durchgesetzt [Wittneben, Wright et al., 2009]. Bis hat sich das Indikationsspektrum für das Cerec-System auf bis zu viergliedrige Brücken-Konstruktionen, extendierte Langzeitprovisorien, Abutments und Implantatrekonstruktionen sowie implantatologische Bohrschablonen erweitert.

Umfassendere Restaurationen können im digitalen Workflow auf webbasierten Kommunikationsplattformen (wie Cerec Connect) von Zahnarzt und Zahntechniker visualisiert geplant, und somit zeit- und kosteneffektiv hergestellt werden. Die konventionelle Abformung mit einer Digitalisierung der Patientendaten durch ein Labor (wie Cerec InLab) ist bei komplexeren Fällen jedoch häufig noch Anwendung.

Optische Abdrucknahme – Vor- Nachteile

Durch die Markteinführung leistungsstarker Intraoralscanner konnten in manchen Bereichen der Zahn- und Implantat-getragenen festsitzenden Prothetik konventionelle Abformungen durch digitale Abformungen ersetzt werden. Hierdurch können einige Arbeitsschritte minimiert und somit die Anfertigung provisorischer und definitiver festsitzender prothetischer Rekonstruktionen vereinfacht werden. Im deutschsprachigen Raum sind mehrere Systeme, unter anderen Cerec AC BlueCAM, Cerec Omnicam, Apollo Di, iTe Shape Trios, Lava C.O.S., True Definition und Intrascan, erhältlich. Eine Übersicht und Charakterisierung einer Auswahl an Systemen vermittelt Tabelle 1.

Bei der digitalen Abformung können relevante Bereiche schrittweise (zum Beispiel quadrantenweise) erfasst werden, was vor allem bei einer aufwendigen Gesamtsanierung Vorteile bringen kann. Durch die dreidimensionale Darstellung der intraoralen Behandlungssituation (Zahnstruktur und Gingivatextur) am Bildschirm in Echtzeit und mit Farbdarstellung kann eine zeitnahe Qualitätskontrolle vorgenommen werden, was die Effizienz erhöht. Durch objektive computergestützte Analyseoptionen können beispielsweise Unregelmäßigkeiten im Bereich der Präparationsgrenze, ein unzureichendes Platzangebot für die geplante Versorgung oder eine starke Divergenz der Pfeilerzähne direkt am Patientenstuhl festgestellt werden. Die Korrektur im Patientenmund kann umgehend erfolgen. Anschließend können die Bereiche, die verändert wurde selektiv (virtuelle Ausschneidefunktion) erneut gescannt werden. Hierdurch ist die Wiederholbarkeit verbessert und etwaige zusätzliche Termine für Nachkorrekturen gegenüber einem konventionellen Vorgehen lassen sich vermeiden [Lee and Gallucci, 2013].

Intraorale Veränderungen (zum Beispiel parodontaler/gingivaler Verlauf, Rezessionen, Zahnwanderungen, Abrasion/Attrition) lassen sich durch digitale Analysen in virtueller Verlaufskontrollen beobachten [Schneider, Ender et al., 2013]. Das entstandene digitale Modell wird über das Internet versandt und steht somit zeitnah zur Weiterverarbeitung bereit. Die Passgenauigkeit festsitzender Restaurationen, die mit intraoralen Scans erreicht wird, ist mit den Ergebnissen der konventionellen Abformung vergleichbar [Scotti Cardelli et al., 2011; Brawek, Wolfart et al., 2013; Kim, Kim et al., 2013; Seelbach, Brueckel et al., 2013]. Der Behandlungskomfort (Wegfall von Würgereiz, unangenehmer Geschmack der Abformmassen) wird vonseiten der Patienten bei der optischen Abformung als angenehmer empfunden [Wismeijer, Mans et al., 2013].

Jedoch sind auch bei der digitalen Erfassung die Trockenlegung sowie ein optimales Gingiva-Management des abzuformenden Bereichs immer noch unumgänglich, da subgingivale Areale derzeit nicht gescannt werden können. Mit Implantat-spezifischen Scan-Bodies und/oder Scan-Abutments, die sowohl mit dem Scan-System als auch mit Konstruktionssoftware kompatibel sein müssen, können auch Implantate digital abgeformt werden [van der Meer, Andriessen et al., 2012]. Die meisten intraoralen Scanner sind auf die Abformung von einer Spanne von bis zu zwei Zwischengliedern limitiert, eine präzise Erfassung zahnloser Kiefer ist derzeit noch nicht möglich [Patzelt, Vonau et al., 2013]. Aufgrund dessen werden Totalprothesen und kombiniert festsitzend-abnehmbarer Zahnersatz derzeit immer noch mit der konventionellen Abformtechnik angefertigt. In einigen CAD/CAM-Systemen sind bei Verlust der Stützzonen die Relation von Ober- und Unterkiefer und die Simulation der dynamischen Okklusion im Sinn eines virtuellen Artikulators noch optimierungsbedürftig. Des Weiteren sind alle optischen Abformsysteme mit einer gewissen Lernkurve für das Praxisteam verbunden und somit durchaus z und kostenintensiv [Gimenez, Ozcan et al., 2013].

CAD und Visualisierung der Planung

Im Dentallabor wird auf Basis des Intraoral-Scans eine Restauration virtuell konstruiert. Zur Visualisierung des möglichen Behandlungsergebnisses vor Fertigung der Rekonstruktionen können Gesichtsfotos und Scandaten zusammengeführt werden. Diese umfangreichen Diagnose- und Planungsmöglichkeiten sind vor allem bei komplex ästhetisch anspruchsvollen Rekonstruktionsfällen von Interesse. Für diesen Vorgang des sogenannten Smile Designs sind inzwischen verschiedene Systeme verfügbar. Mit eines 3-D-Gesichtsscanners (zum Beispiel priti mirror, Pritidenta, Deutschland) kann der Patient vor Behandlungsbeginn gescannt werden (Abbildung 1), alternativ kann ein zweidimensionales digitales Foto (wie Real View Engine, 3Shape, Dänemark) verwendet werden.

So kann ein virtuelles Wax-up zur fotorealistischen Darstellung in ein digitales Foto übertragen werden (Abbildungen 2 und 3).

Modellherstellung

Bei komplexeren Fällen sind Modelle auch im digitalen Workflow für die Verblendungen von CAD/CAM-hergestellten Gerüsten zur Umsetzung der Okklusions- und der Approximalkontakte immer noch unentbehrlich. Aus dem vorhandenen digitalen Datensatz werden Kunststoffmodelle additiv durch Stereolithografie (SLA) oder subtraktiv durch Fräsung hergestellt (Tabelle 1). Die Fertigung kann zentral in einem Fräszentrum, in einem Dentallabor oder Chairside erfolgen. Verschiedene Modelltypen, einschließlich Implantatmodellen, werden angeboten, die mit einer speziellen Software designt werden.

Aufgrund der zunehmenden Verfügbarkeit vollkeramischer Materialien, die für die Herstellung auch mehrgliedriger monolithischer Restaurationen freigegeben sind, kann heute einigen Fällen schon ganz auf die Herstellung eines physischen Modells verzichtet werden [van Noort, 2012]. Die Archivierbarkeit der digitalen Modelle ist im Vergleich zu den konventionellen einfacher und effizienter (Platzersparnis). Die Herstellung physischer Modelle basierend auf digitalen Datensätzen ist derzeit jedoch meist kostenaufwendiger als ein konventionelles Gipsmodell.

CAD/CAM-Materialien und Monolith-Restaurationen

Monolithische Zirkonoxid-Kronen und -Brücken stellen einen aktuellen Trend dar. Die vollanatomischen Restaurationen werden aus einem transluzenten Zirkonoxid-Material gefräst und anschließend durch Malfarben und Glasurapplikation charakterisiert (zum Beispiel Zirkonzahn, Zirkonzahn GmbH, Italien; Bruxzir, Glidewell Europe, Deutschland; InCoris TZI, Sirona, Deutschland).

Die Zirkonoxid-Restaurationen können auch in der Chairside-Anwendung hergestellt werden, da inzwischen spezielle Schnellsinteröfen (wie inFire HTC Speed, Sirona, Deutschland) zur Verfügung stehen. Vor allem Patienten mit Parafunktionen wie Bruxismus stellen einen Indikationsbereich für monolithische Zirkonoxid Restaurationen (Einzelzahnkronen und extendierte Brücken bis hin zu Implantat-Versorgungen) dar. Klinische Langzeitdaten zu dieser Versorgungsmethode sind allerdings noch nicht beschrieben. In der Literatur konnten jedoch vor allem Bedenken hinsichtlich der Abrasionseigenschaften der ZrO₂-Keramik gemindert werden [Stober, Bermejo et al., 2014; Preis, Behr et al., 2011]. Die CAD/CAM-Lithiumdisilikatkeramik IPS e.max CAD wird monolithisch für die Herstellung von Inlays, Onlays, Veneers und Kronen empfohlen und seit der IDS 2013 auch für die Chairside- Fertigung von dreigliedrigen Brücken im Front- und im Prämolarenbereich freigegeben. Labortechnische und erste klinische Studien der vollanatomischen Kronen- und Brückenindikation zeigen positive Ergebnisse [Guess, Zavanelli et al., 2010; Reich and Schierz, 2013; Schultheis, Strub et al., 2013]. Für den Bereich der Implantatversorgungen (Abutment oder Monoblockrestauration) stehen IPS e.max CAD Blöcke zur Chairside-Anwendung mit vorgefertigter Bohrung und Einstech zur Verfügung (Abbildungen 4 bis 6).

Die IPS e.max CAD-Restaurationen werden mit einer Titanbasis verklebt und dann mit dem Implantat verschraubt. Bislang sind noch keine klinischen Daten zu vollanatomisch okklusal verschraubten IPS e.max CAD-Implantatkronen publiziert.

Für den Indikationsbereich Inlays, Onlays, Veneers und Kronen ist seit der IDS 2013 ebenfalls eine neue CAD/CAM-Zirkonoxidverstärkte Lithiumsilikatkeramik erhältlich, die die Firma Dentsply/Degudent, das Fraunhofer Institut und die Firma Vita Zahnfabrik entwickelt haben (Celtra Dentsply, Deutschland; Vita Suprinity, Vita Zahnfabrik, Deutschland). Die Keramik enthält neben Lithiumoxid und Siliziumdioxid etwa zehn Prozent Zirkoniumdioxid, das hochdispers gelöst in der Glasphase der Keramik vorliegt. Durch den hohen Glasanteil kann eine optimale Transluzenz und Opaleszenz erreicht werden. In der Chairside-Variante weist die Keramik nach Herstellerangaben eine Biegefestigkeit von 21 MPa auf. Durch eine zusätzliche Mal- und Glasurbrandapplikation kann die Biegefestigkeit auf 370 MPa erhöht werden. Hinsichtlich der Zirkonoxidverstärkten Lithiumsilikatkeramik liegen derzeit noch keine veröffentlichten klinischen Untersuchungen vor.

Sogenannte „Hybridkeramik-Materialien“ wurden kürzlich in den Markt eingeführt. Ein derzeit erhältlicher Vertreter aus dieser Produktgruppe ist die CAD/CAM-Hybrid-keramik (Vita Enamic, Vita Zahnfabrik, Deutschland) mit einer dualen Netzwerkstruktur. In diesem neuen Werkstoff wurde das Feinstrukturkeramik-Netzwerk (86 Gewichtsprozent) durch ein Acrylatpolymer-Netzwerk verstärkt. Aufgrund dieses Polymeranteils weist das Material eine dentinähnliche Elastizität auf. Bei einer geringeren Sprödigkeit im Vergleich zu reinen Keramiken eignet sich diese CAD/CAM-Hybridkeramik vor allem für minimalinvasive Versorgungen mit dünn auslaufenden Rändern. Die Biegefestigkeit beträgt laut Herstellerangaben 160 MPa. Laboruntersuchungen zeigen positive Ergebnisse [Coldea, Swain et al., 2013; Mörmann, Stawarczyk et al., 2013]. Klinische Untersuchungen zu diesem neuen Material sind initiiert, Langzeitergebnisse stehen jedoch noch aus. Ein weiteres CAD/CAM-Material, Lava Ultimate (3M Espe, Deutschland), besteht zu etwa 8 Gewichtsprozent aus Nanokeramik-Komponenten (Zirkoniumoxid- und Siliziumoxid-Nanopartikel), die in eine hoch vernetzte polymere Matrix eingebunden sind (Abbildungen 7 bis 11). Die Biegefestigkeit des Werkstoffs liegt bei 200 MPa. Die neuen Hybridkeramik-Materialien vereinen nach Herstellerangaben die positiven Eigenschaften von Keramik und Kompositmaterialien hinsichtlich der mechanischen Belastbarkeit, maschineller Bearbeitbarkeit und Randstabilität selbst bei dünn auslaufenden Rändern.

Durch eine neue Sintermetall-Klasse (Kobalt Chrom-Legierung, wie Crypton, Dentsply, Deutschland; inCoris CC, Sirona, Deutschland) kann die NEM-Fertigung nun digital auf dem eigenen CAD/CAM-Prozess des Nassschleifverfahrens (wie Cerec inLab MCXL, Sirona, Deutschland oder Brain MC XL Degudent, Deutschland) und nicht über ein Fertigungszentrum erfolgen. Aufgrund der CAD/CAM-Verarbeitbarkeit von NEM bietet sich dem zahntechnischen Labor eine höhere Flexibilität. Dies gilt auch unter ökonomischen Aspekten, da in vielen Betrieben eine entsprechende Schleifeinheit bereits vorhanden ist. Das Material ist für bis zu viergliedrige Brücken freigegeben.

Fazit für die Praxis

Die ersten labortechnische und klinische Ergebnisse zur Genauigkeit und der klinischen Bewährung von Restaurationen aus innovativen CAD/CAM-Materialien, die im digitalen Workflow basierend auf intraoralen Scan-Daten angefertigt wurden, sind vielversprechend [Scotti, Cardelli et al., 2011; Brawek, Wolfart et al., 2013; Kim, Kim et al., 2013; Sy Reich et al., 2010; Seelbach, Brueckel et al., 2013]. Die abformfreie Praxis ist derzeit jedoch noch keine Realität, da größere zahnlose Areale momentan noch nicht digital erstellt werden können. Eine Reduktion der hohen Anschaffungskosten der intraoralen Scanner sowie der Scan-Gebühren auf ein im Vergleich zur konventionellen Abformung konkurrenzfähiges Niveau würde die Anwendung dieser Technologien in der Praxis erhöhen.

Die derzeitige Herausforderung liegt in der Verknüpfung der unterschiedlichen digitalen Datensätze (Intraorale Scans, digitale Volumetomografie, Weichteil-Scan des Gesichts, dynamische Okklusion). Sobald dies in einer für die Anwender einfachen und praktischen Art und Weise möglich ist, sind neue innovative Behandlungskonzepte in der modernen Zahnheilkunde zu erwarten.

Zusammenfassung

Derzeit entwickeln sich digitale Technologien in der Zahnmedizin rasant weiter. Innovative CAD/CAM-Werkstoffe, die auf einer Kombination bestehender vollkeramischer

Systeme mit Polymermaterialien basieren, aber auch chairside bearbeitbare Nichtelegmetalle erweitern kontinuierlich das Behandlungsspektrum. Die zunehmende Digitalisierung und neue, komplexe Möglichkeiten in der restaurativen Zahnmedizin steigern jedoch auch die Anforderungen an Zahnarzt und Zahntechniker, um diese Neuentwicklungen zu bewerten. Die Umsetzung des digitalen Workflows als innovative Behandlungsform hat sich sowohl in der Chairside-Anwendung als auch in der Zusammenarbeit mit dem Zahntechniker etabliert. Jedoch sind die intraoralen Scan-Systeme derzeit auf die Erfassung voll- und teilzahnloser Patienten begrenzt. Dieser Artikel soll einen Überblick über eine Auswahl der auf dem Markt erhältlichen Intraoralscanner, CAD/CAM-Systeme und innovativen CAD/CAM-Materialien geben, sowie deren Indikationsbereiche und Anwendung im Digitalen Workflow darstellen.

PD Dr. Petra Güß

Abteilung für Zahnärztliche Prothetik
Klinik für ZMK Universitätsklinikum Freiburg
Hugstetter Str. 55
79106 Freiburg,
petra.guess@uniklinik-freiburg.de

Dr. med. dent. Sebastian D. Horvath

Bahnhofstr. 24
79798 Jestetten

und

Adjunct Assistant Professores
University of Pennsylvania School of Dental Medicine
Philadelphia, PA, USA

OÄ PD Dr. Petra Güß

1996 bis 2001 Studium der Zahnheilkunde in Freiburg,
2002 bis 2006 Assistenzärztin und wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung für zahnärztliche Prothetik Freiburg,
2003 Promotion,
2005 Ernennung zur Spezialistin der DGPro,
2006 bis 2009 Visiting Assistant Professor im Department of Biomaterials and Biomimetics, New York,
seit 2009 OÄ in der Abteilung für zahnärztliche Prothetik Freiburg (Prof. Dr. Dr. h.c. J. R. Strub),
2011 Habilitation und Venia Legendi

Mehr zum Thema



HEFTE 16.06.11 / 12:00

Schnittstelle für Scan-Verarbeitung