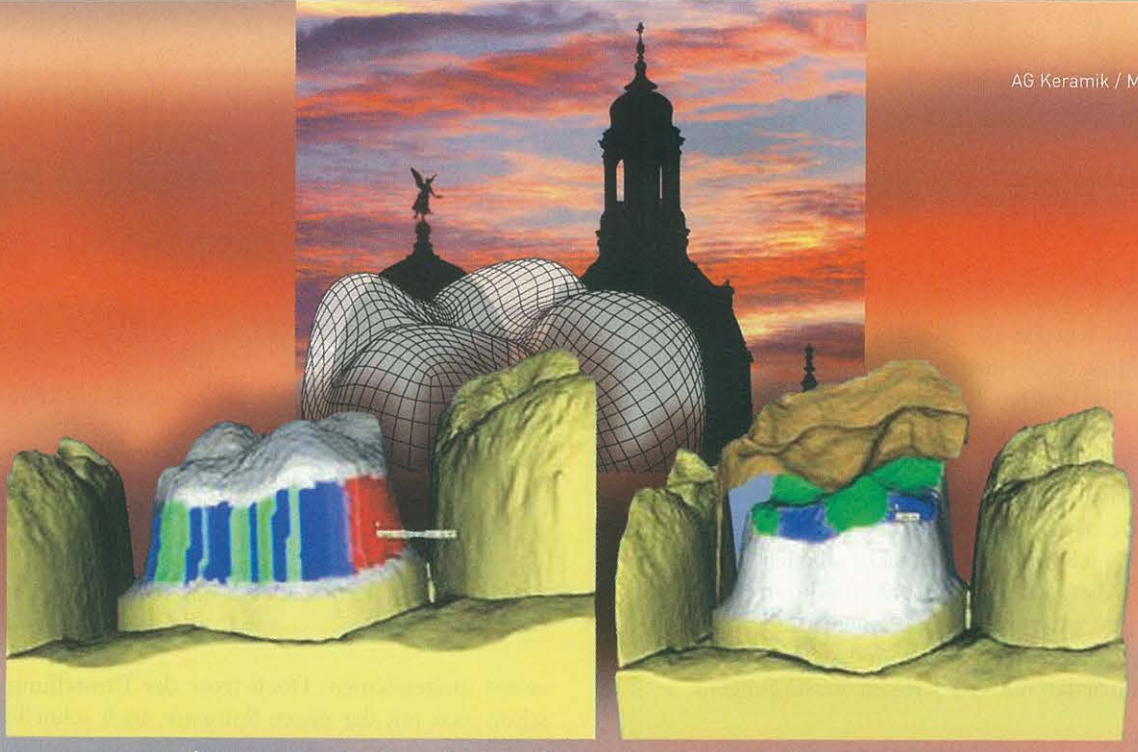

AG Keramik / Meinardus

Dental wird digital

Die Digitalisierung ist im Praxisalltag angekommen. Diese Entwicklung hat besonders die Datenerfassung von Gebisssituationen und die Fertigung von vollkeramischen Restaurationen vorangetrieben. Das 11. Symposium der AG Keramik und DGÄZ bot einen Blick in die Zukunft. MANFRED KERN

PD Dr. Petra Güß, Oberärztin in der prothetischen Abteilung der Universitätszahnklinik Freiburg, fasste die Situation auf dem 11. Keramiksymposium, das von der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde (AG Keramik) und der Deutschen Gesellschaft für Ästhetische Zahnheilkunde (DGÄZ) durchgeführt wurde, unter der Fragestellung „Digital Dentistry, Zukunft oder Realität in der Prothetik?" zusammen. Bisher wurden im Zusammenhang mit der konventionellen Elastomerabformung überwiegend vom Gipsmodell extraoral gewonnene Scandaten für die restaurative CAD-Konstruktion verwendet. Damit gelangten auch Ungenauigkeiten aufgrund von Dimensionsverzügen und haptischen Bedingungen in den Datensatz. Damit ist jedes auf der Basis dieses Arbeitsprozesses erzeugte, virtuelle Modell ungenau – einerlei, wie präzise der Scanvorgang an sich ist. Deshalb liegt es nahe, den Scanvorgang direkt in der Mundhöhle durchzuführen. Die Referentin belegte mit publizierten Daten, dass die digitale Intraoralabformung bereits die Genauigkeit von Elastomerabformungen erreicht und teilweise schon übertrifft. Wurde für Polyäther eine Abweichung von 55 bis 62 µm festgestellt, erzielten Scanner mit kurzwelliger, triangulierter Streifenlichtprojektion (CEREC AC) und das videogeführte Wavefront Sampling (C.O.S. Lava) Abformtoleranzen von 30 bis 49 µm (CEREC) bzw. 40 bis 60 µm (C.O.S.) [Caputi 2008, Persson 2008, Wöstmann 2009, Mehl 2009, Ender 2011]. Randspaltmessungen mit Kronen aus Zirkoniumdioxidkeramik (ZrO_2) ergaben Fügezonen mit 49 µm (Lava), auf konventionellen Silikonabformungen basierende Kronen wiesen 71 µm Randspalt auf [Syrek 2010]. Andere Intraoralaufnahmesysteme nutzen zur digitalen Erfassung der Zähne das konfokale Messprinzip und arbeiten mit der Laser-Projektion (iTero, Trios, E4D). Mit der Verbreitung lichtoptischer Scannersysteme zur intraoralen Abformung hat der nächste Schritt zur vollständigen Digitalisierung der Prozesskette von der Präparation bis zur Eingliederung des Zahnersatzes bereits begonnen. Der entscheidende Vorteil der digitalen Abformung liegt darin, dass unmittelbar nach dem Scannen eine dreidimensionale Ansicht der Präparation verfügbar ist, mit der unter multiplen Perspektiven und Detailansichten präparative Unzulänglichkeiten detektiert und sofort behoben werden können (Abb. 1). Neben dieser Standardisierung liegt der weitere Nutzen des Datensatzes in der direkten Übertragung der klinischen Situation auf die weiteren zahntechnischen Arbeitsschritte (Abb. 2).

CAD/CAM-gefertigt klinisch bewährt

Klinische Langzeitstudien zeigen, dass CAD/CAM-gefertigte, vollkeramische Restaurationen, besonders Veneers, Inlays und Onlays, das Potenzial haben, hohe Überlebensraten (nach Kaplan-Meier) zu erzielen. So wiesen silikatkeramische Veneers nach neun Jahren lediglich eine Misserfolgsquote von zwei Prozent auf [Wiedhahn 2005]. Inlays und

Onlays aus Feldspatkeramik zeigten nach zehn Jahren eine Erfolgsquote von 90 Prozent [Otto, De Nisco 1999], nach 17 Jahren 88,7 Prozent [Otto, Schneider 2008]. Vollanatomische, verblendfreie Silikatkeramik-Kronen erreichten in einer Übersichtsarbeit eine kumulative Überlebensrate von 92 Prozent nach fünf Jahren [Wittneben 2009]. Zirkoniumdioxidkeramik (ZrO_2) hat sich bisher als Gerüstwerkstoff für mehrgliedrige Brücken in Klinik und Praxis bewährt. In fast allen Studien, die Beobachtungszeiträume bis zu fünf Jahren abdecken, blieben ZrO_2-Gerüste weitestgehend frakturfrei. Diskutiert werden jedoch Verblendfrakturen auf ZrO_2 (Chippings), die bis zu 26 Prozent betragen [Sailer 2007]. Den Grund für Verblendfrakturen sieht Güß in den unterschiedlichen Festigkeiten von Gerüst- und Verblendwerkstoff (ZrO_2 900–1200 MPa, Sinterkeramik 90 bis 120 MPa). Dazu kommt, dass ZrO_2 ein sehr schlechter Wärmeleiter ist und somit beim Aufbrennen der Verblendkeramik „Hochtemperaturnester" mit strukturellen Spannungen im Werkstoff zurückbleiben. Dick aufgetragene Verblendschichten verstärken diesen Stress; dazu kommen Mikroporositäten der Handschichtung, die unter Kaudruckbelastung das Frakturrisiko erhöhen. Deshalb sollten ZrO_2-Gerüste anatoform gestaltet werden, d. h. die anatomische Form der Krone abbilden und Raum für dünne Verblendschichten (0,5 bis 1,5 mm) bieten. Okklusalflächen im Gerüst sollten höckerunterstützend geformt werden; Aufheizzeiten und Abkühlphasen beim Sintern und Verblenden müssen laut Güß unbedingt nach Herstellerangaben erfolgen, um unerwünschte thermische Wirkungen zu vermeiden.

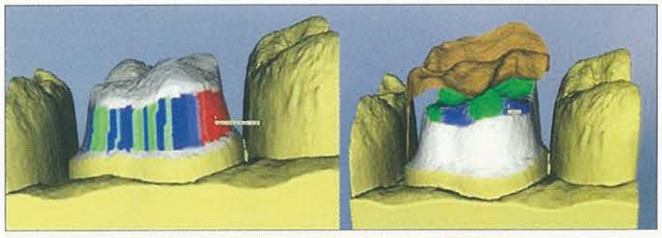

Abb. 1: Der virtuelle „Präp-Check" kontrolliert die Präparationsgrenzen sowie die okklusale Reduktion mit Gegenbiss. Foto: AG Keramik

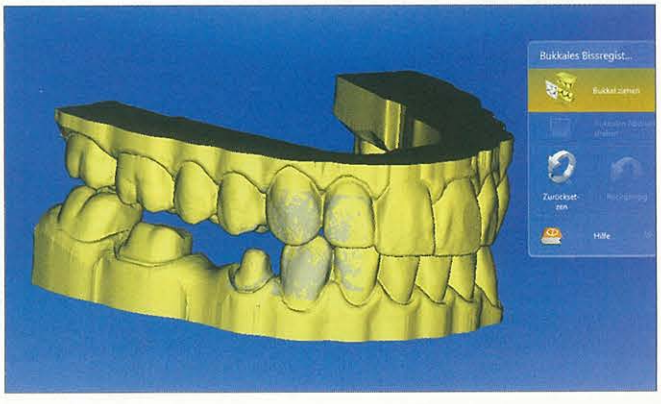

Abb. 2: Digitale Intraoral-Einzelaufnahmen werden zu einem virtuellen Modell zusammengerechnet und dienen als dimensionsgenaues Arbeitsmodell für die Zahntechnik. Quelle: AG Keramik

Vollanatomische Lithiumdisilikat-Kronen

Als Alternative zu verblendeten ZrO_2-Restaurationen hat Güß während ihres zweijährigen Aufenthalts als Visiting Assistant Professor am Department of Biomaterials and Biomimetics, College of Dentistry der New York University, die Eignung von vollanatomischen, verblendfreien Kronen aus Lithiumdisilikat (LS_2) untersucht. Die Referentin stellte bei der Literaturdurchsicht fest, dass verblendete Einzelkronen

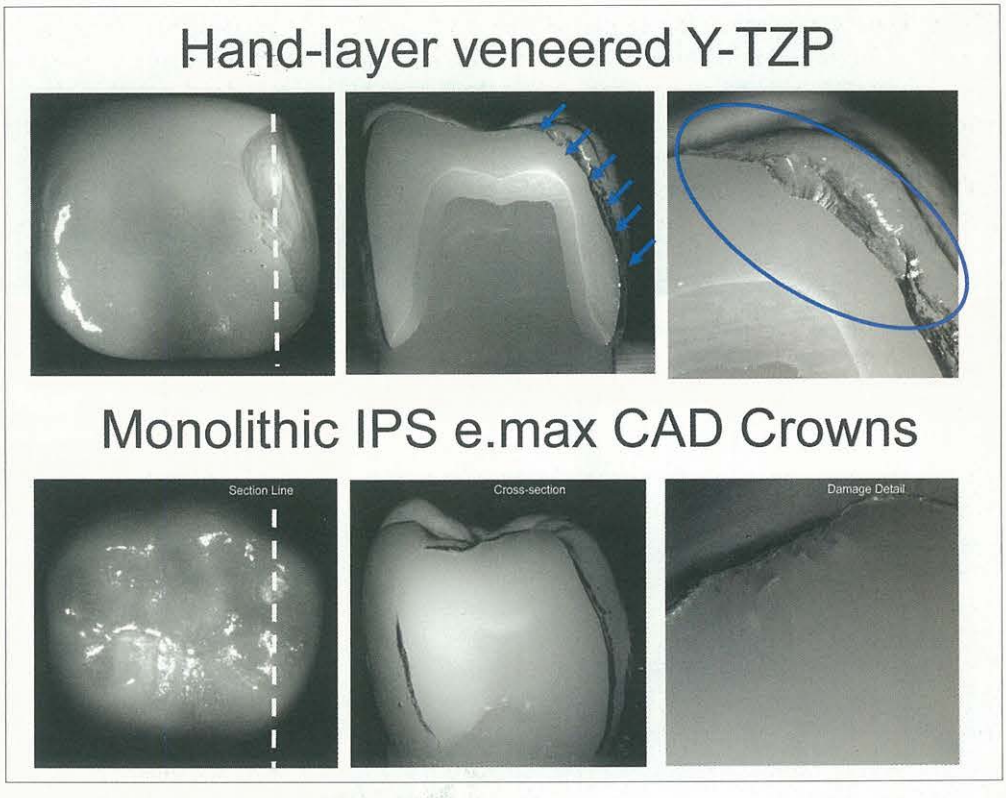

Abb. 3: Geschichtete Verblendungen auf ZrO_2 zeigten in der Kausimulation extendierte Chippingfrakturen im Bereich der Verblendkeramik; LS_2-Kronen hingegen blieben bei einer simulierten Kaubelastung bis 1100 Newton frakturfrei. Quelle: Güß

Abb. 4: Vollanatomische, dreigliedrige Brücke aus „Voll-Zirkon" ohne zusätzliche Verblendung nach Bemalung und Glasur (inCoris TZI, Sirona). Quelle: Wiedhahn

auf ZrO_2-Gerüsten Chippings bei zwei bis neun Prozent der berichteten Fälle nach zwei bis drei Jahren aufwiesen. Bei verblendeten ZrO_2-Brücken lag die Chipping-Rate bei drei bis 36 Prozent im Zeitfenster von ein bis fünf Jahren. In Kausimulationen hatten Güß et al die Belastbarkeit von LS_2 und ZrO_2 mit Verblendung unter 1100 Newton Kaudruck gemessen. Während alle LS_2-Kronen frakturfrei blieben, zeigten 49 Prozent der handgeschichteten Verblendungen auf ZrO_2 Anzeichen von initialen Mikrorissen (Abb. 3) [Güß 2010]. Weitere klinische Studien mit LS_2-Kronen zeigten nach zwei Jahren eine hundertprozentige Überlebensrate [Fasbinder 2010, Reich 2010].

Eine Alternative zu handgeschichteten Verblendungen sind CAD/CAM-gefräste Veneers aus Silikatkeramik. Hierbei wird in der CAD-Designstufe die Brücke inklusive Gerüst in einem Vorgang konstruiert. Die vollanatomische Außenform wird um Schmelzschichtdicke reduziert als Raum für die Verblendschale. Die finale Verblendung wird separat aus einem Silikatkeramikblock ausgeschliffen und auf das Gerüst aufgesintert oder geklebt. Obwohl erst seit Kurzem am Markt, haben sich digital gesteuerte Verfahren wie CAD-on (Ivoclar) und Multilayer (Vita) in Kausimulationstests bereits bewährt [Beuer 2009, Güß 2010]. Hingegen müssen monolithisch ausgeschliffene Kronen aus semiopakem ZrO_2, die keine Verblendung benötigen, ihre klinische Bewährung laut Güß noch nachweisen (Abb. 4). Obwohl Tauchfarben eine Kolorierung des ZrO_2-Gerüsts ermöglicht, beschränkt sich der Einsatz auf den weniger einsehbaren Molarenbereich. Um eine Abrasion am Antagonisten auszuschließen, sind eine gründliche Oberflächenvergütung (Politur, Glanzbrand) und eine Reduktion der okklusalen Kontaktpunktdurchdringung erforderlich.

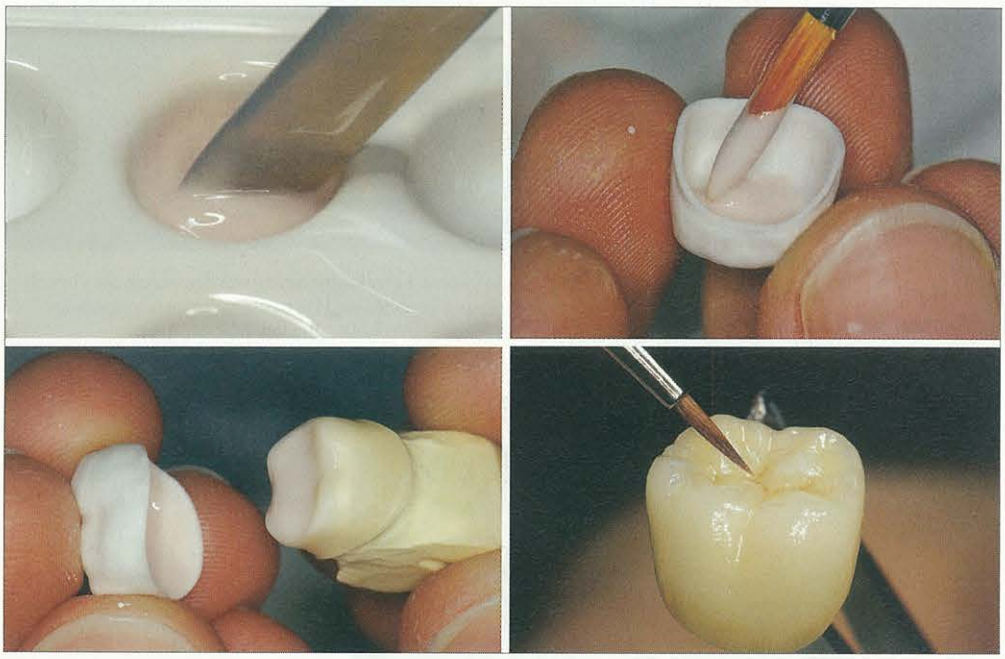

Abb. 5: Beim Digital Veneering System (3M Espe) werden Gerüst und Verblendung in einer vorgesinterten Phase bearbeitet und mittels eines Fügebrandes verbunden. Quelle: Beuer/Schweiger

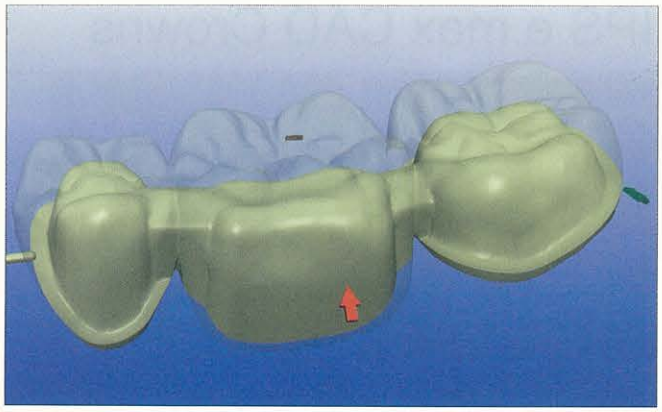

Abb. 6: Bei der digitalen Verblendung wird der Datensatz für Gerüst und Verblendung aufgespalten. Quelle: Beuer/Schweiger

Der digitale Workflow

Die Automatisierung von Arbeitsabläufen bei der Herstellung von Zahnersatz ist inzwischen zum Standard in vielen zahntechnischen Labors geworden. Dadurch werden industrielle Qualitätsstandards erreicht. Digitale Datensätze lassen sich speichern und innerhalb kürzester Zeit kann eine

identische Restauration angefertigt werden. Neben der Steigerung der Qualität und der Produktivität erlaubt die CAD/CAM-Fertigung insbesondere die zuverlässige Bearbeitung von vollkeramischen Werkstoffen. Laut PD Dr. Florian Beuer und ZT Josef Schweiger, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität München, liegt der Fokus zurzeit auf der Weiterentwicklung des digitalen Arbeitsablaufs (Workflow) durch die Einführung intraoraler Erfassungssysteme für prothetische Rekonstruktionen. Diese ermöglichen die Digitalisierung der klinischen Situation bereits im Mund des Patienten und haben das Potenzial, den Anteil computergenerierter Restaurationen weiter zu erhöhen.

Der grundsätzliche Unterschied zur bisherigen CAD/CAM-Fertigung von Zahnersatz besteht seit einiger Zeit in der Schlüsselstellung der „Datenerfassung". Wurden bislang meist Modelle im zahntechnischen Labor mittels des Extraoral-Scanners in digitale Daten umgewandelt, bekommt der Zahnarzt durch die intraorale Erfassung nun die „Datenhoheit". Dadurch entscheidet er, wohin die Daten gesandt werden, und damit auch, wo gefertigt wird. Deshalb besteht auch die Option, dass kleinere Restaurationen im Praxislabor ausgeschliffen und die Daten für Kronen und mehrgliedrige Brücken direkt an ein Fertigungszentrum gesandt werden. Auch in der Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker ergeben sich neue Möglichkeiten. Mit dem Auftrag können ergänzende Fazialfotos sowie Angaben zu Zahnfarbe, Individualisierung, Werkstoff, Okklusionskonzept etc. mitgesendet werden. Der Zahntechniker öffnet den Datensatz mit der Software und kann bei Bedarf sofort und ohne Zeitverlust parallel mit dem Behandler die Zahnsituation besprechen, um Einzelheiten zu Design, Wandstärken, Ästhetik, Kontaktpunkten und Funktion zu klären.

Abb. 7: Die ausgeschliffenen Einzelteile werden mit einer Konnektor-Keramikmasse verbunden und im Sinterverbundbrand zusammengefügt (System e.max CAD-on, Ivoclar). Die exakte Zahnfarbe stellt sich beim Sintern ein. Quelle: Beuer/Schweiger

Wirtschaftlich interessant

Durch den Einsatz der CAD/CAM-Technik in der Zahnmedizin und damit von NC-gesteuerten Fräsverfahren wurde es möglich, Gerüstkeramiken wie Aluminiumoxid und Zirkoniumdioxid subtraktiv zu verarbeiten. Dies wiederum erlaubte, die Indikation für metallfreie prothetische Versorgungen laufend zu erweitern, z. B. für mehrgliedrige Brücken, implantatgetragene Suprastrukturen und teleskopierende Primärkronen. Inzwischen technisch und klinisch erprobt ist laut Beuer und Schweiger das computergestützte Verfahren, das es erlaubt, Verblendungen aus Silikatkeramik für ZrO_2-Kronen und -Brücken auszuschleifen. Hierbei wird der Digitaldatensatz für Gerüst und Verblendung von der Software für zwei getrennte Fertigungsvorgänge aufgespalten. Die Herstellung des Gerüsts erfolgt aus ZrO_2, die der Verblendschale aus Feldspat- oder Lithiumdisilikatkeramik (LS_2). Gerüst und Verblendung werden zusammen gesintert oder verklebt (Abb. 5 bis 8). Der Reiz dieses Verfahrens sind die Wirtschaftlichkeit sowie die Vermeidung von Verblendfrakturen (Chippings). ❑

Abb. 8: Dreigliedrige ZrO_2-Brücke mit digital gefertigter Verblendschale aus Lithiumdisilikat nach Sinterbrand und Glasur. Quelle: Beuer/Schweiger

Manfred Kern, Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde, Kontakt: info@ag-keramik.de
www.ag-keramik.eu

Dieser Bericht konzentriert sich auf die neuen, computergestützten Fertigungstechniken in der Prothetik. Der Vollbericht mit den Beiträgen aller Referenten auf dem 11. Keramiksymposium kann angefordert werden: ***kern.ag-keramik@t-online.de***