

# Digitalisierung erweitert das Spektrum\*



19. Jahrestagung der DGCZ zeigt neue Behandlungsperspektiven

In der Fachwelt ist unbestritten, dass die Digitalisierung von Praxisvorgängen und die Computerunterstützung von Behandlungsabläufen in der Zahnarztpraxis angekommen sind. Diese Entwicklung hat in der Zahnmedizin besonders die Datenerfassung von Gebissituationen und die digital gesteuerte Fertigung von vollkeramischen Restaurationen voran getrieben.

Auf der diesjährigen Jahrestagung der DGCZ unter der Leitung von Dr. Bernd Reiss, Malsch, und Dr. Klaus Wiedhahn, Buchholz, bezog PD Dr. Petra Güß, Oberärztin in der prothetischen Abteilung der Universitätszahnklinik Freiburg (Abb. 1), zur Abformgenauigkeit von Intraoral-Scannern unter der Fragestellung „Digital Dentistry, Zukunft oder Realität in der Prothetik?“ Stellung. 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 haptischer Bedingungen in den Datensatz. Damit ist jedes auf Basis dieses Arbeitsprozesses erzeugte, virtuelle Modell ungenau – einerlei, wie präzise der nachfolgende 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 55–62 µm festgestellt, erzielten Scanner mit kurzweiliger, triangulierter Streifenlichtprojektion (Cerec AC) und das videogeführte Wavefront Sampling (C.O.S. Lava) Abformtoleranzen von



**Abbildung 1** Referenten der DGCZ-Jahrestagung 2011 (v.l.n.r.): Prof. Kordaß, Dr. Schenk, Dr. Ritter, Dr. Reiss, Dr. Fritzsche, Dr. Wiedhahn, Dr. Reich, Frau Dr. Güß, Dr. Schewpe, Dr. Schneider, Dr. Rauscher, Dr. Kaiser, Zahnarzt Neumann. Nicht im Bild: Dr. Bindl, Dr. Frank, U. Orth, Dr. Pfeiffer.

(Abb. 1: Fabry)

30–49 µm (Cerec) bzw. 40–60 µm (C.O.S.) [1, 2, 7, 10, 16].

Randspaltmessungen mit Kronen aus Zirkoniumdioxidkeramik (ZrO<sub>2</sub>) ergaben Fügezonen mit 49 µm (Lava), auf konventionellen Silikonabformungen basierende Kronen wiesen 71 µm Randspalt auf [13]. Andere Intraoralaufnahmesysteme nutzen zur digitalen Erfassung der Zähne das konfokale Messprinzip und arbeiten mit der Laser-Projektion (iTero, Trios, E4D). 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. Neben dieser Standardisierung liegt der weitere Nutzen des Datensatzes in der direkten Übertragung der klinischen Situation auf die weiteren, zahntechnischen Arbeitsschritte.

## 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 9 Jahren ledig-



**Abbildung 2** Fehlende Höckerunterstützung für die Verblendung erhöhen das Chipping-Risiko.

(Abb. 2: AG Keramik)

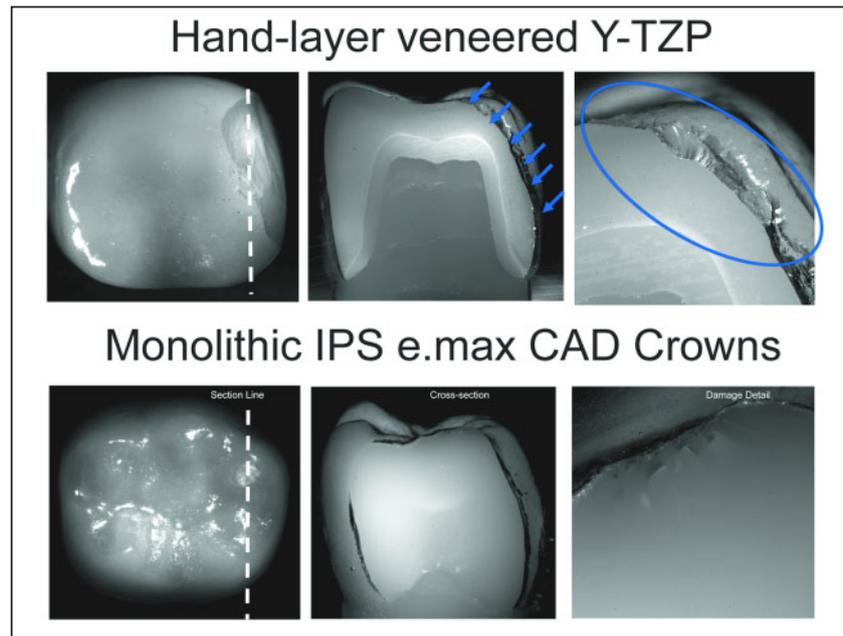
\* Dieser Bericht wurde redaktionell gekürzt. Die ausführliche Fassung dieses Berichts zur DGCZ-Jahrestagung 2011 mit den Vorträgen aller Referenten kann angefordert werden. E-Mail: manfr.kern-dgcz@t-online.de.

lich eine Misserfolgsquote von 2 % auf [14]. Inlays und Onlays aus Feldspatkeramik zeigten nach 10 Jahren eine Erfolgsquote von 90 % [8], nach 17 Jahren 88,7 % [9]. Vollanatomische, verblendfreie Silikatkeramik-Kronen erreichten in einer Übersichtsarbeit eine kumulative Überlebensrate von 92 % nach 5 Jahren [15]. ZrO<sub>2</sub>-Keramik hat sich bisher als Gerüstwerkstoff für mehrgliedrige Brücken in Klinik und Praxis bewährt.

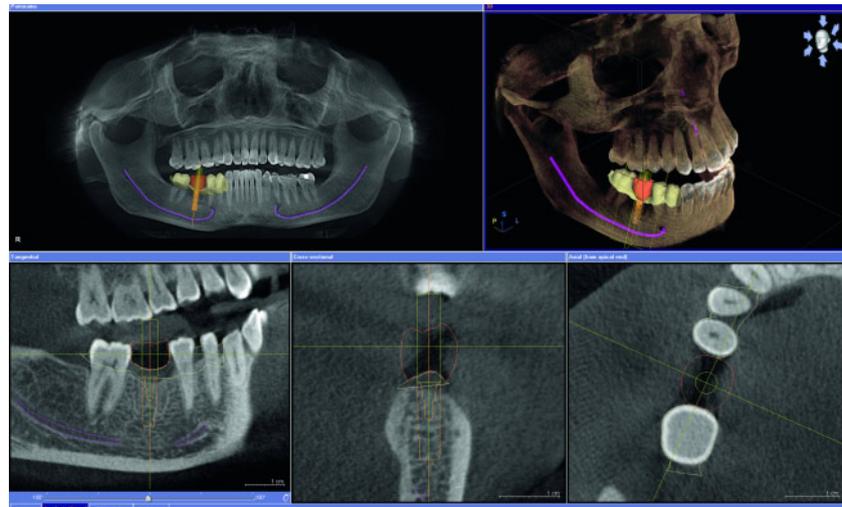
In fast allen publizierten Studien, die Beobachtungszeiträume bis zu fünf Jahren abdecken, blieben ZrO<sub>2</sub>-Gerüste weitestgehend frakturfrei. Diskutiert werden jedoch Verblendfrakturen auf ZrO<sub>2</sub> (Chippings), die bis zu 26 % betragen [12].

Den Grund für Verblendfrakturen sieht Dr. Güß in den unterschiedlichen Festigkeiten von Gerüst- und Verblendwerkstoff (ZrO<sub>2</sub> 900–1200 MPa, Sinterkeramik 90–120 MPa). Dazu kommt, dass ZrO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>-Gerüste anatofom gestaltet werden, d. h. die anatomische Form der Krone abbilden und Raum für dünne Verblendschichten (0,5–1,5 mm) bieten. Okklusalfächen im Gerüst sollten höckerunterstützend geformt werden (Abb. 2).

Als Alternative zu verblendeten ZrO<sub>2</sub>-Restorationen hat Dr. Güß während ihres 2-jährigen 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<sub>2</sub>) untersucht. Die Referentin stellte bei der Literaturdurchsicht fest, dass verblendete Einzelkronen auf ZrO<sub>2</sub>-Gerüsten Chippings bei 2 bis 9 % der berichteten Fälle nach 2–3 Jahren aufwiesen. Bei verblendeten ZrO<sub>2</sub>-Brücken lag die Chipping-Rate bei 3 bis 36 % im Zeitfenster von 1–5 Jahren. In Kausimulationen hatten Güß et al die Belastbarkeit von LS<sub>2</sub> und ZrO<sub>2</sub> mit Verblendung unter 1.100 Newton Kau-



**Abbildung 3** Geschichtete Verblendungen auf ZrO<sub>2</sub> zeigten in der Kausimulation extendierte Chippingfrakturen im Bereich der Verblendkeramik; LS<sub>2</sub>-Kronen hingegen blieben bei einer simulierten Kaulastung bis 1100 Newton frakturfrei. (Abb. 3: Güß)



**Abbildung 4** DVT-Aufnahmen mit geplanter Enossalpfeiler und importierter Suprastruktur.

(Abb. 4: Ritter)

druck gemessen. Während alle LS<sub>2</sub>-Kronen frakturfrei blieben, zeigten 49 % der handgeschichteten Verblendungen auf ZrO<sub>2</sub> Anzeichen von initialen Mikrorissen [4] (Abb. 3). Weitere klinische Studien mit LS<sub>2</sub>-Kronen zeigten nach 2 Jahren eine 100-prozentige Überlebensrate [3, 11].

Die Leistungsfähigkeit der digitalen Prozesskette belegte PD Dr. Sven Reich, Prothetiker am Universitätsklinikum der RWTH Aachen, mit eigenen

Daten zur marginalen Passung von CAD/CAM-gefertigten Restaurationen. Als klinisch akzeptabel gelten marginale Diskrepanzen von 100–120 µm [5, 6]. Dr. Reich ermittelte die Passgenauigkeit von Kronen aus ZrO<sub>2</sub>, die auf der Basis von intraoralen, optischen Digitalabformungen mit Lava C.O.S. (3M Espe) und Cerec AC (Sirona) gefertigt wurden. Die marginale Passung der Kronen erreichte Mittelwerte von ca. 50 µm bzw. 80 µm.



**Abbildung 5** Vollanatomische, 3gliedrige ZrO<sub>2</sub>-Brücke ohne zusätzliche Verblendung nach Bemalung und Glasur (inCoris TZI, Sirona).



**Abbildung 6** Extrem abradierete Unterkieferzähne erfordern eine Bisshöhenkorrektur. (Abb. 5–8: Wiedhahn)



**Abbildung 7** Temporäre Kauflächen als Repositions-Veneers aus CAD-Temp (Vita) zur Bisshebung.



**Abbildung 8** Die temporäre Versorgung sind durch formidentische Okklusal-Veneers (e.max CAD LT) ersetzt.



**Abbildung 9** Ausgangssituation regio 12. Das Diastema soll mit einem Non-Prep Veneer geschlossen werden.



**Abbildung 10** Nach Schmelzätzung und adäsvier Befestigung Non-Prep Veneer mit 0,3 mm Wandstärke in situ. (Abb. 9 u. 10: Neumann)



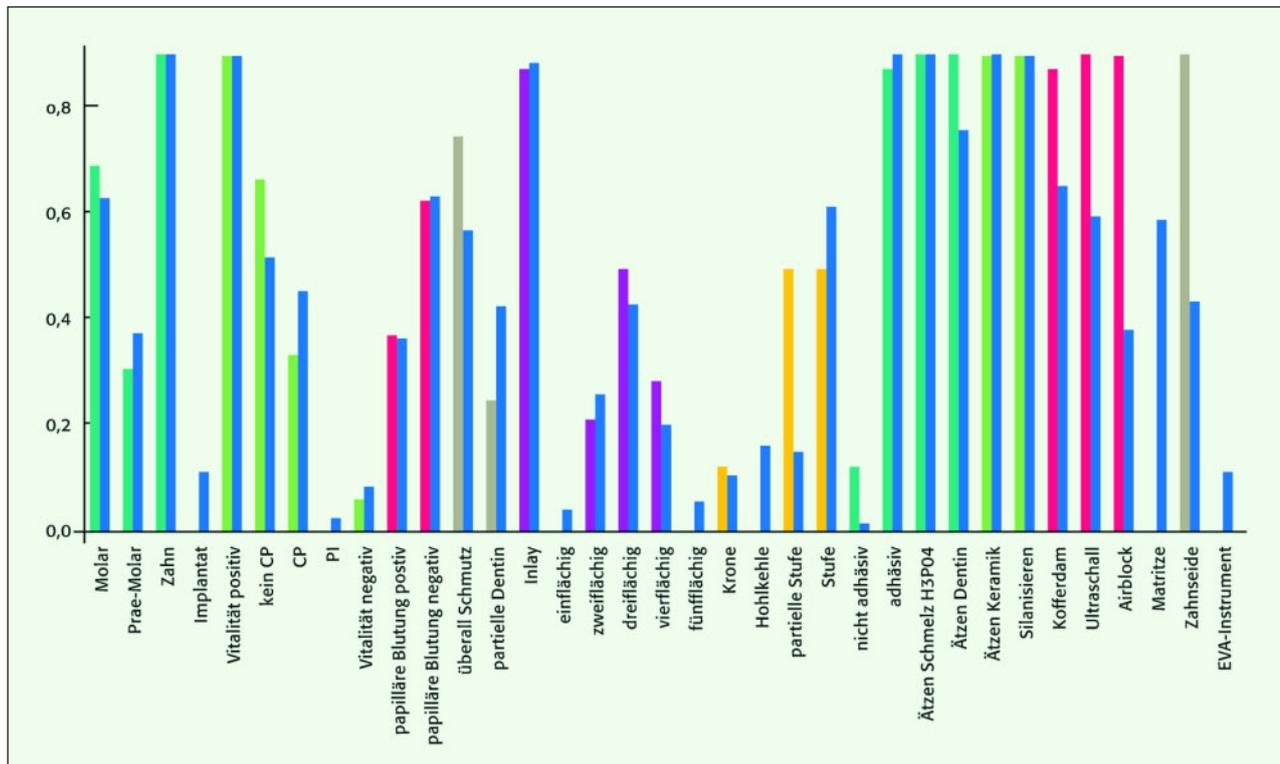
**Abbildung 11** Eingesetzte Primär-Teleskope aus LS<sub>2</sub> in situ.



**Abbildung 12** Primär- und Sekundärkronen aus Lithiumdisilikat und das unverblendete, 14gliedrige Tertiärgerüst aus NEM. (Abb. 11 u. 12: Frank)

## Integrierte Implantatplanung

Bei der Planung von Implantatinsertionen wie bei der Suche nach weniger invasiven Wegen in der Implantologie helfen dreidimensional bildgebende Systeme wie die digitale Volumentomographie (DVT). Laut Dr. Lutz Ritter, Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Köln, verbessert und vereinfacht das DVT die Befundung von komplexen Situationen. Mit der hohen Auflösung und der vergleichsweise geringen Strahlendosis mit Bildverstärkertechnologie (Galileos) ermöglicht das DVT eine überlagerungsfreie Darstellung und Vermessung des geplanten Implantatbetets. Gegenüber der 2D-Diagnostik mittels OPG liefert die 3D-Röntentechnik zusätzlich wertvolle Informationen zur sicheren Bewertung der Ausgangssituation und schafft elementare Voraussetzungen für den Erfolg von minimalinvasiven Implantationen. Das DVT ermöglicht, die anatomischen Verhältnisse exakt und metrisch korrekt im Vorfeld der Behandlung darzustellen. Dazu zählt die Prüfung des Knochenangebots und der alveolaren Knochenstrukturen, die Visualisierung des Nervverlaufes, das Erkennen knöcherner Erkrankungen des Kiefergelenks und vieles mehr. Die Kombination der DVT-Aufnahme mit der CAD/CAM-Technologie bietet die Möglichkeit, die individuellen prothetischen Anforderungen für den geplanten Zahnersatz im Voraus zu planen, so dass die Gegebenheiten optimal ausgenutzt werden können (Abb. 4). So kann mitunter eine Knochenaugmentation vermieden oder auch die Indikation hierfür sichergestellt werden. Die DVT-Daten von Galileos oder Orthophos XG 3D können mit den CAD/CAM-Daten von Cerec mit der Implantatplanungssoftware Galileos Implant ein virtuelles Setup für die simultane chirurgische und prothetische Planung einer Implantatversorgung bereitstellen. Daraus lassen sich die zentrale Fertigung präziser Bohrschablonen (Sicat Optiguide), Langzeitprovisorien und prothetische Suprastrukturen ableiten. Mit der DVT-Diagnostik können auch verlässliche Informationen zur klinischen Wertigkeit von Brückenpfeilern gewonnen werden, wie z. B. parodontaler Knochenabbau mit eventueller Furkationsbeteiligung. Neben dem klinischen Nutzen erleichtert die DVT-Bild-



**Abbildung 13** In der CSA-Qualitätssicherungsstudie der AG Keramik können Zahnärzte ihre Befunde mit jenen anderer Praxen vergleichen.

(Abb. 13: Reiss/AG Keramik)

gebung die Kommunikation mit dem Patienten.

### Neue Wege der computer-gestützten Restauration

Von „Geburt an“ war das Cerec-System eher auf die Einzelzahnversorgung zugeschnitten. Erfahrene Anwender fanden mit speziellen Software-Applikationen stets Wege, um auch extensive Restaurationen herzustellen und somit das Indikationsspektrum für Cerec auszuweiten. Dr. Klaus Wiedhahn, Präsident der ISCD (International Society of Computerized Dentistry), stellte seine Erfahrungen mit komplexen Rekonstruktionen vor. Mit der inLab-Software und der MC XL-Schleifeinheit lassen sich z. B. implantatgetragene Kronen und Brücken sowie individuelle Abutments aus  $ZrO_2$  herstellen. Ein neuer  $ZrO_2$ -Werkstoff (inCoris TZI, Sirona) ermöglicht, Kronen und Brücken aus „Vollzirkon“ ohne zusätzliche Verblendung herzustellen. Die individuelle Zahnfarbe kann durch eine Tauchfärbung oder durch Malfarben mit Glasur erzielt werden. Der Einsatz fokussiert auf den Molarenbereich (Abb. 5).

Ferner stellte Dr. Wiedhahn die Anwendung der Brückenooption in der Cerec Chairside-Software zur Herstellung von verblockten Okklusall-Veneers vor. Sie dienen zur Bisshebung und zum Aufbau von funktionellen Stützzonen bei stark abradieren Zähnen (Abb. 6). Diese „Table Tops“ werden zuerst als temporäre Langzeitversorgungen ausgeführt, um Bissverhältnisse und Funktion umzustellen. Eine Präparation der Kauflächen ist in diesem Stadium nicht erforderlich; die neuen „Okklusallflächen“ werden einfach auf die Zähne aufgeklebt. Für die temporären Repositions-Veneers als „Restaurationsentwurf“ eignen sich die MRP (Microfiller Reinforced Polyacrylic) Blocks (CAD Temp, Vita), die im CAD/CAM-Verfahren ausgefräst werden (Abb. 7). Später erfolgt die definitive Versorgung mit Kauflächen-Veneers aus  $LS_2$ -Keramik (Abb. 8).

### Präpfreie und dünnwandige Veneers?

An Veneers im Frontzahnbereich werden aus anatomischen und ästhetischen Gründen besonders hohe Ansprüche ge-

stellt. Keramikveneers sind z. B. geeignet, Verfärbungen zu maskieren, ein Diastema zu schließen, Fehlstellungen optisch zu korrigieren, Bisserrhöhungen auszuführen. Hierbei steht immer der Wunsch im Vordergrund, den Substanzabtrag weitgehend minimalinvasiv auszuführen, denn klinische Langzeitstudien zeigen, dass besonders schmelzbegrenzte, adhäsiv befestigte Veneers sehr hohe Überlebensraten erzielen. Zahnarzt Peter Neumann, Berlin, betonte unter dem Thema „Frontzahn-Präps von minimal bis extensiv“, dass zwischen der klinischen Situation und ästhetischen Vorstellungen stets ein Weg gefunden werden kann, der in angezeigten Fällen die schonende Präparation mit geringem Substanzverlust mit der erforderlichen Wandstärke der Restauration verbindet. Sogenannte „Non-Prep Veneers“ werden heute bereits mit bis zu 0,2 mm Dicke angeboten, die jedoch nur Formkorrekturen bieten können. Eine Farbmaskierung bei Verfärbung, z. B. von A1 zu A2 und umgekehrt oder eine Helligkeitsverschiebung, erfordert laut Neumann eine Wandstärke von 0,5 mm. Für Veneers, die fallbezogen noninvasiv, minimalinvasiv, additional, geringinva-

siv oder mit klassischer Präparation vorbereitet werden, stehen eine ganze Reihe von Silikatkeramik-Werkstoffen zur Verfügung, die hinsichtlich der Lichttransmission die Skala von opak bis transluzent abdecken und verschiedene Abstufungen von Chroma und Fluoreszenz bieten. Ein spezielles Lithiumdisilikat für dünnwandige Veneers ermöglicht Schichtstärken von weniger als 4,0 mm (e.max CAD Impulse, Abb. 9 und 10).

### Teleskop-Versorgung computerunterstützt gefertigt

Konventionell werden Teleskopkronen aus Metall und vollständig im zahntechnischen Labor angefertigt. Der Referent Dr. Elmar Frank, Besigheim, zeigte in seinem Vortrag die vor über vier Jahren inaugurierte Semi-Chairside-Technik zur Anfertigung von Primärteleskopen aus LS<sub>2</sub> (e.max CAD) mit dem Cerec- bzw. inLab-System. Dabei werden nach dem Intraoralscan der präparierten Pfeiler die Primärteleskope als Kronengerüste mit verstärkter Wanddicke konstruiert. Die Parallelisierung der Teleskopflächen mit 1° bis 2° Konuswinkel erfolgt manuell in

einem Parallelfräser. Zur Herstellung der Sekundärkäppchen hat sich die thermoplastische Tiefziehmethode USIG (Erkodent) bewährt. Nach erneutem Kontrastpudern und Scannen der auf die Primärteleskope aufgesetzten Sekundärkäppchen mit der Cerec- bzw. inEOS-Einheit wird die Tertiärstruktur als Brückengerüst mit 100 µm Spacer-Einstellung im inLab-Modul konstruiert und aus inCoris NP bzw. inCoris NPM bei in-finiDent (Sirona) lasergesintert bzw. gefräst. Die Verklebung von Tertiärstruktur und Sekundärkäppchen erfolgt entweder auf dem Modell oder intraoral mit dem USIG-Kleber. Abschließend wird die Arbeit manuell im Praxislabor verblendet (Abb. 11 und 12).

### Der Weg zum messbaren Erfolg

In der Praxis platzierte klinische Feldstudien haben den Vorteil, dass die dokumentierten Fälle sich aufgrund der Patiententreue über einen langen Zeitraum verfolgen lassen. Eines der wenigen Studien, die vollkeramische Restaurationen in einem Praxis-Panel über einen langen Zeitraum begleitet, ist die

„Ceramic Success Analysis“ (CSA) unter der Leitung von Dr. Bernd Reiss, unterstützt von der DGCZ und der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde (AG Keramik). Dr. Reiss erklärte die Struktur der Studie, bei der der teilnehmende Zahnarzt nach Registrierung seine Befunde online auf der Plattform [www.csa-online.de](http://www.csa-online.de) eingibt. Darauf wird sofort und anonym ein individuelles, grafisches Behandlungsprofil dargestellt, das das klinische Vorgehen und die Ergebnisse mit jenen aller anderen Studienteilnehmer vergleicht. Derzeit sind 8.200 Befunde aus ca. 250 Praxen Grundlage der Ergebnisse (Abb. 13). Die Auswertung zeigte, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit (Kaplan-Meier) für vollkeramische Inlays, Onlays, Teilkronen und Kronen nach 15 Jahren bei 83 % und damit auf jenem Wert liegt, der in der Literatur auch Gussrestorationen zugeschrieben wird. Restaurationen aus präfabrizierter, CAD/CAM-ausgeschliffener Industriekeramik wiesen doppelt so hohe Überlebensraten auf als laborgeschichtete Versorgungen. DZZ

Manfred Kern, Deutsche Gesellschaft für Computergestützte Zahnheilkunde (DGCZ)

## Literatur

- Caputi S, Varvara G: Dimensional accuracy of resultant casts made by a monophase, one-step and two-step, and a novel two-step putty/light-body impression technique: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 99, 274–281 (2008)
- Ender A, Mehl A: Full arch scans. Conventional vs. digital impressions – an in-vitro study. *Int J Comp Dent* 14, 11–21 (2011)
- Fasbinder DJ, Dennison JB, Heys D, Neiva G: A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two-year report. *J Am Dent Assoc* 141(Suppl 2), 10S–14S (2010)
- Guess PC, Bonfante EA, Coelho PG, Silva NR, Thompson VP: Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus veneered Y-TZP crowns: Comparison of failure modes and reliability after fatigue. *Int J Prosthodont* 23, 434–442 (2010)
- Holmes JR, Sulik WD, Holland GA, Bayne SC: Marginal fit of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 67, 594–599 (1992)
- McLean JW, Fraunhofer JA: The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 131, 107–111 (1971)
- Mehl A, Ender A, Mörmann W, Attin T: Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comp Dent* 12, 11–28 (2009)
- Otto T, de Nisco S: Computer-aided direct ceramic restorations: a 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. *Int J Prosthodont* 15, 122–128 (2002)
- Otto T, Schneider D: Long-term clinical results of chairside Cerec CAD/CAM inlays and onlays – a case series. *Int J Prosthodont* 21, 53–59 (2008)
- Persson AS, Odén A, Andersson M, Sandborgh-Englund G: Digitization of simulated clinical dental impressions: virtual three-dimensional analysis of exactness. *Dent Mater* 25, 929–936 (2009)
- Reich S, Fischer S, Sobotta B, Klapper HU, Gozdowski S: A preliminary study on the short-term efficacy of chairside computer-aided design/computer assisted manufacturing-generated posterior lithium disilicate crowns. *Int J Prosthodont* 23, 214–216 (2010)
- Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hämmerle CH: Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 20, 383–388 (2007)
- Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodessaer J: Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent* (Elsevier) 38, 553–559 (2010)
- Wiedhahn K, Kerschbaum T, Fasbinder DF: Clinical long-term results with 617 CEREC veneers: a nine year report. *Int J Comput Dent* 8, 233–246 (2005)
- Witneben JG, Wright RF, Weber HP, Gallucci GO: A systematic review of the clinical performance of CAD/CAM single tooth restorations. *Int J Prosthodont* 22, 466–471 (2009)
- Wöstmann B, Rehmann P, Balkenhol M: Accuracy of impressions obtained with dual-arch Tray. *Int J Prosthodont* 22, 158–160 (2009)