

wissen kompakt

Fortbildung für Zahnärzte

Elektronischer Sonderdruck für P.C. Güß

Ein Service von Springer Medizin

wissen kompakt 2012 · 6:27–40 · DOI 10.1007/s11838-011-0136-1

© Springer-Verlag und Freier Verband Deutscher Zahnärzte e.V. 2011

zur nichtkommerziellen Nutzung auf der
privaten Homepage und Institutssite des Autors

P.C. Güß · S.D. Horvath

Digitale Zahnmedizin und Vollkeramik

Klinik und Forschung

Redaktion
N. Grosse · Wiesbaden
M. Schmitter · Heidelberg



Punkte sammeln auf...

springerzahnmedizin.de

1. Registrieren

Mitglieder des FVDZ können kostenfrei teilnehmen und registrieren sich einmalig auf www.fvdz.de. *wissen kompakt*-Abonnenten registrieren sich direkt auf springerzahnmedizin.de.

2. Einloggen

Ihre persönlichen Zugangsdaten erhalten Sie per E-Mail. Loggen Sie sich mit diesen direkt auf springerzahnmedizin.de ein. Klicken Sie unter dem Punkt „Fortbildung“ auf „Fortbildungskurse“ und wählen dort „*wissen kompakt*“ aus.

3. CME-Punkte sammeln

Nach erfolgreichen Beantwortung von mindestens 7 der 10 Multiple-Choice-Fragen senden wir Ihnen umgehend eine Teilnahmebestätigung per E-Mail zu, die die zwei CME-Punkte pro Teilnahme ausweist.

Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH
Fachzeitschriften Medizin / Psychologie
CME-Helpdesk, Tiergartenstraße 17
69121 Heidelberg
E-Mail: cme@springer.com
springerzahnmedizin.de

Das Fortbildungsangebot der Zeitschrift *wissen kompakt* wird in Kooperation mit dem Freien Verband Deutscher Zahnärzte e.V. nach den Leitsätzen der Bundeszahnärztekammer zur zahnärztlichen Fortbildung einschließlich der Punktebewertung von BZÄK/DGZMK erstellt. Pro Fortbildungseinheit können 2 Fortbildungspunkte erworben werden.

CME Zahnärztliche Fortbildung

P.C. Güß · S.D. Horvath

Abteilung für Zahnärztliche Prothetik, Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universitätsklinikum Freiburg

Digitale Zahnmedizin und Vollkeramik

Klinik und Forschung

Zusammenfassung

Aufgrund des wachsenden Wunsches der Patienten nach vollkeramischem Zahnersatz wurde in den letzten Jahrzehnten eine Reihe vollkeramischer Systeme in den Markt eingeführt. Neben der Vollkeramik entwickeln sich derzeit insbesondere digitale Technologien in der Zahnmedizin rasant weiter. Die Entwicklung eines universell einsetzbaren Werkstoffs und einer universell einsetzbaren digitalen Technik ist heute jedoch noch nicht realisiert. Die zunehmende Digitalisierung und die neuen, komplexen Möglichkeiten in der restaurativen Zahnmedizin steigern jedoch auch die Anforderungen an Zahnarzt und Zahntechniker, die Neuentwicklungen bewerten zu können, um wissenschaftlich die beste Behandlungsoption für den jeweiligen Patientenfall zu eruieren. Das Implementieren des digitalen Workflows als innovative Behandlungsform scheint vielversprechend, jedoch sind die intraoralen Scansysteme derzeit auf die Erfassung voll- und teilbezahnter Patienten begrenzt.

Schlüsselwörter

Vollkeramik · Zirkoniumdioxid · CAD/CAM · Intraorale Scanner · Digitaler Workflow

Ein Gebiet, das sich in der Zahnmedizin derzeit rasant weiterentwickelt, ist die Datenakquise der Präparation und Bissrelation durch digitale Intraoral-Scanner

Die Feldspatkeramik hat sich in Kombination mit der Adhäsivtechnik als sehr langzeitstabil erwiesen

Sowohl Feldspat- als auch leuzitverstärkte Keramikblöcke liegen mit geschichteten Farbsättigungs- und Transluzenzgraden vor

- Nach Lektüre dieses Weiterbildungsbeitrags haben Sie eine Überblick über**
- die auf dem Markt erhältlichen Vollkeramik-, CAD/CAM- und Intraoral-Scanner-Systeme, deren Indikationsbereiche und
 - die verschiedenen Abläufe des digitalen Workflows unter Anwendung unterschiedlicher Intraoral-Scanner sowie vollkeramischer Restaurationssysteme, die Ihnen exemplarisch an drei Patientenfällen vorgestellt werden.

Aufgrund des wachsenden Wunsches der Patienten nach biokompatiblen, zahnfarbenem und ästhetisch ansprechendem Zahnersatz gibt es in der Zahnmedizin einen Trend hin zu metallfreien Restaurationen. Um diesem Bedarf gerecht zu werden, wurden in den letzten Jahrzehnten verschiedene vollkeramische Systeme in den Markt eingeführt. Ein weiteres Gebiet, das sich in der Zahnmedizin derzeit rasant weiterentwickelt, ist neben der computergestützten Planung und Herstellung von Zahnersatz („computer aided design/computer aided manufacturing“, CAD/CAM) vor allem die digitale Datenakquise der Präparation und Bissrelation durch digitale Intraoral-Scanner. Beide Arbeitsschritte sind im digitalen Workflow direkt miteinander verbunden und erlauben durch die computergestützte Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker eine zeit- und kosteneffektive Herstellung von Versorgungen im Bereich der festsitzenden restaurativen Zahnheilkunde.

Übersicht vollkeramische Systeme

Nach deren chemischer Zusammensetzung können die in der Zahnmedizin zum Einsatz kommenden Keramiken in Silikat- und **Oxidkeramiken** unterteilt werden.

Die mehrphasigen **Silikatkeramiken** bestehen aus einer kristallinen und einer Glasphase (überwiegend Siliziumoxid mit Feldspat als Silikatträger). Zur Festigkeitssteigerung werden weitere Komponenten (z. B. Leuzit) hinzugefügt. Die meisten Verblendkeramiken gehören zu dieser Werkstoffklasse.

Feldspatkeramik

Mit Einführung des CEREC-CAD/CAM-Systems im Jahre 1986 wurden industriell hergestellte und gesinterte Feinstruktur-Feldspat-Keramikblöcke (Vita Mark I später Vita Mark II, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Deutschland) entwickelt. Durch diese material- und verarbeitungstechnischen Eigenschaften weist die Feldspatkeramik ein sehr homogenes Werkstoffgefüge auf. Die Keramik kann für die Herstellung von Inlays, Onlays und Teilkronen, Veneers und Kronen im Front- und Seitenzahnbereich verwendet werden und hat sich in Kombination mit der Adhäsivtechnik in klinischen Studien mit Überlebensraten von 90% nach 10 Jahren als sehr langzeitstabil erwiesen [19].

Leuzitverstärkte Glaskeramik

Zu Beginn der 1990er Jahre wurde die **Lost-Wax-Press-Technik** entwickelt, und unter den leuzitverstärkten Presskeramiken hat sich vor allem das **IPS-Empress-System** (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) etabliert. In der Literatur sind positive klinische Langzeitdaten mit hohen Überlebensraten für IPS-Empress-Inlays, -Onlays (90% nach 8 Jahren; [15]), -Veneers (94,4% nach 12 Jahren; [10]) und -Kronen (95,2% nach 11 Jahren; [9]) beschrieben.

Leuzitverstärkte Glaskeramiken sind auch als CAD/CAM-Blöcke erhältlich (IPS Empress CAD früher ProCAD, Ivoclar Vivadent AG) und zeigen ebenfalls gute klinische Ergebnisse [12].

Der einstige ästhetische Nachteil bei der Anwendung von CAD/CAM-Blöcken durch deren monochromatische Farbgebung gilt heute als überwunden, da nun sowohl Feldspat- (Vitablocs TriLux, Vitablocs RealLife, Vita Zahnfabrik) als auch leuzitverstärkte Keramikblöcke (IPS Empress CAD Multi-Block, Ivoclar Vivadent AG) mit geschichteten Farbsättigungs- und Transluzenzgraden für den Markt entwickelt wurden.

Bei intrakoronaren (Inlay, Onlay, Teilkrone) und minimal-invasiven (Veneer-) Präparationsformen, aber auch aufgrund der geringen Festigkeit (Vita Mark II 120 MPa, IPS Empress CAD 160 MPa/ Herstellerangaben) der glaskeramischen Materialien ist die Anwendung der Adhäsivtechnik auch heute immer noch obligat.

Lithiumdisilikatkeramik

Eine signifikante Steigerung der Festigkeit konnte 1998 mit der Entwicklung der Lithiumdisilikatkeramik (IPS Empress 2 Ivoclar Vivadent AG, 360 MPa/Herstellerangaben) unter Anwendung der Presstechnologie erreicht werden. Während IPS-Empress-2-Kronen (95,5% nach 10 Jahren; [25]) gute klinische Langzeitergebnisse erzielten, war der klinische Erfolg des Materials als Gerüstwerkstoff in der Brückenindikation vornehmlich durch Frakturen im Bereich der Verbinder limitiert (70% Überlebensrate nach 5 Jahren; [16]). Die Fortläuferkeramik IPS e.max Press (440 MPa) zeigt in der klinischen Anwendung hohe Überlebensraten für Onlays (100% nach 3 Jahren; [12]), Kronen (96,6% nach 3 Jahren; [7]) und unverblendete (monolithische) Inlaybrücken (100% nach 4 Jahren; [26]) sowie 3-gliedrige Brückenindikationen (93% nach 8 Jahren; [27]).

Die neueste Weiterentwicklung der Lithiumdisilikatkeramik, IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG), integriert die CAD/CAM-Herstellung in den Fabrikationsprozess. Die CAD/CAM-Blöcke unterliegen einem zweistufigen Sinterprozess. Im vorkristallisierten (blauen) Zustand weist das Material eine verringerte Festigkeit von 130–150 MPa (Herstellerangaben) auf und lässt sich aufgrund dessen in einem CAD/CAM-Gerät sehr einfach und zeiteffizient bearbeiten. Nach dem Schleifen des Blocks erfolgt die Kristallisation der Versorgung in einem Keramikbrennofen. Der Kristallisationsprozess (20–25 min) läuft ohne Schrumpfung des Materials ab und führt zu einer Gefügeumwandlung, bei der kontrolliert Lithiumdisilikatkristalle wachsen, die dem Material die endgültigen physikalischen (360 MPa/Herstellerangaben) und optischen Eigenschaften (Farbe und Transluzenz) verleihen.

IPS e.max CAD wird für die Herstellung von Inlays, Onlays, Veneers und Kronen empfohlen. Die Keramik kann wahlweise vollanatomisch (monolithisch) oder als Gerüst mit anschließender Verblendung verwendet werden. Labortechnische und erste klinische Studien in der vollanatomischen Kronenindikation zeigen positive Ergebnisse [8, 13, 18].

Zirkoniumdioxid

Für die prothetische Zahnheilkunde zeichnet sich Zirkoniumdioxid (ZrO_2) neben der Neigung zu geringerer Plaqueanlagerung, der geringen Temperaturleitfähigkeit und den niedrigen Materialkosten besonders durch die hohe Biegefestigkeit (1000 MPa) und Bruchzähigkeit aus ($\sim 10 \text{ MPam}^{0,5}$). Das Prinzip der hohen Bruchzähigkeit von polykristallinem ZrO_2 basiert auf einer martensitischen Phasenumwandlung der Einzelkristallite unter Einwirkung von mechanischer Belastung („Yttrium stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystal“, Y-TZP). Aufgrund dieser positiven mechanischen Eigenschaften weisen ZrO_2 -basierte Vollkeramiksysteme ein weites Indikationsspektrum, das festsitzende und herausnehmbare, zahn- und implantatgetragene Versorgungen beinhaltet, auf. Im Vergleich zu den oben genannten Silikatkeramiken können geringere Wandstärken und filigranere Verbinderquerschnitte bei dem Gerüstdesign realisiert werden. Das ZrO_2 kann im vorgesinterten weichen, kreidigen Zustand oder in einem bereits durchgesinterten Zustand bearbeitet werden. Um die Endhärte zu erreichen, wird das vorgesinterte ZrO_2 nach der CAD/CAM-Verarbeitung dichtgesintert, was mit einer Schrumpfung des Gerüsts um 25–30% einhergeht. Aufgrund der langen Fräszeiten und des hohen Werkzeugverschleißes hat sich das dichtgesinterte ZrO_2 allerdings nur wenig auf dem Markt etabliert [28].

Klinische Langzeitstudien bestätigen die ausreichende Festigkeit des ZrO_2 als Gerüstmaterial für Kronen- und Brückenindikationen. Der Langzeiterfolg ZrO_2 -basierter Systeme wird jedoch vornehmlich durch Frakturen im Bereich der Verblendkeramik („Chipping“) limitiert [1]. In der Fachliteratur werden einige Ursachen, wie der Wärmeausdehnungskoeffizient (WAK), die Verblendtechnik, die Abkühlparameter bei der Verblendapplikation sowie das Gerüstdesign diskutiert [11].

Aufgrund der spezifischen Werkstoffeigenschaften von ZrO_2 hat sich gezeigt, dass der Toleranzbereich des Systems wesentlich geringer zu definieren ist als bei metallkeramischen Systemen.

Aus der aktuellen Literatur [20] können derzeit folgende Empfehlungen für den Umgang mit ZrO_2 -basierten Systemen zusammengefasst werden:

- keramikgerechte Stufen- oder Hohlkehlpräparation unter Berücksichtigung der Mindestschichtstärken und mit abgerundeten Übergängen [17],
- Abstimmen des WAKs der Gerüst- und Verblendkeramik gemäß der Herstellerempfehlungen [23],

Eine signifikante Steigerung der Festigkeit konnte mit der Entwicklung der Lithiumdisilikatkeramik unter Anwendung der Presstechnologie erreicht werden

Zirkoniumdioxid zeichnet sich besonders durch die hohe Biegefestigkeit und Bruchzähigkeit aus

Der Langzeiterfolg ZrO_2 -basierter Systeme wird durch Frakturen im Bereich der Verblendkeramik limitiert

Digital hergestellte Verblendungen können durch Sinter- oder Adhäsivkombination mit einer ZrO₂-Keramik verbunden werden

Vor allem Patienten mit Parafunktionen wie Bruxismus stellen einen Indikationsbereich für monolithische ZrO₂-Restaurationen dar

CAD/CAM-Systeme bestehen aus einem Scanner zur Erfassung der Präparation, der Konstruktionssoftware und der Fertigungseinheit

- anatomische Gerüstgestaltung mit ausreichender Unterstützung der Verblendkeramik verringert das Risiko des frühzeitigen Chippings [11],
- Vermeiden extensiven Beschleifens des Gerüsts (vor allem im Bereich der Restorationsinnenseite und an den Verbinderquerschnitten) oder Abstrahlen der Keramikoberflächen mit zu hohem Strahlendruck (> 2 bar) oder zu groben Strahlmitteln (> 50 µm Al₂O₃; [14]),
- genaue Beachtung der Brandführung bei der Verblendungsapplikation; zur Vermeidung von inneren Spannungen in der Verblendkeramik wird von den meisten Herstellern eine langsame Abkühlung nach dem Sinterbrand empfohlen [23],
- Vermeiden von Schädigung der Verblendkeramik durch extensives Einschleifen im Rahmen der Okklusionsadjustierung [2],
- Endvergütung durch Polieren oder vorzugsweise durch zusätzliche Glanzbrandapplikation [21].

Aufgrund der beschriebenen Problematik mit ZrO₂-basierten Systemen wurden alternative Verblendtechniken entwickelt.

Mittels innovativer CAD/CAM-Technologie können heute digital hergestellte Verblendungen (IPS e.max CAD-on Technik, Ivoclar Vivadent AG, Rapidlayer, Vita Zahnfabrik, Lava Digital Veneering DVS, 3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland) durch Sinter- oder Adhäsivkombination mit einer Zirkonoxidkeramik verbunden und somit Kronen und bis zu 4-gliedrige Seitenzahnbrücken mit einer hohen Gesamtfestigkeit hergestellt werden [3].

Einen weiteren aktuellen Trend stellen monolithische Kronen und Brücken aus ZrO₂ dar. Die Restaurationen werden vollanatomisch konstruiert und anschließend aus einem transluzenten ZrO₂-Material gefräst und dann durch Malfarben und Glasurapplikation charakterisiert (z. B. Zirkonzahn, Zirkonzahn GmbH, Gais, Italien; Zenostar, WIELAND Dental + Technik GmbH & Co. KG, Pforzheim, Deutschland). Gefertigt werden können mit dieser Methode Einzelzahnkronen und extendierte Brücken bis hin zu Implantatversorgungen. Vor allem Patienten mit Parafunktionen wie Bruxismus stellen einen Indikationsbereich für monolithische ZrO₂-Restaurationen dar. Klinische Langzeituntersuchungen sind zu dieser Versorgungsmethode allerdings noch nicht vorhanden. In der Literatur werden derzeit vor allem Bedenken hinsichtlich der Abrasionseigenschaften der ZrO₂-Keramik sowie deren Empfindlichkeit gegenüber hydrothermalen Alterungsprozessen geäußert [4].

Digitaler Workflow

Die computergestützte Erfassung der Mundsituation sowie die Planung und Herstellung von Zahnersatz (CAD/CAM) hat sich seit Einführung des **CEREC-Systems** inzwischen zu einem Standardverfahren in der Zahnmedizin etabliert. Ziel der Entwicklung war zunächst die Fertigung und Eingliederung vollkeramischer Inlays innerhalb einer einzigen Behandlungssitzung (Chairside-Verfahren). In der Anfangszeit der CAD/CAM-Technologie bestand die Herausforderung vor allem darin, passgenaue und anatomisch formgerechte Restaurationen mit einer gegenüber konventionell hergestellten Versorgung vergleichbaren Qualität anzufertigen. War es mit dem CEREC-1-System lediglich möglich ein- und zweiflächige Inlays zu fertigen, hat sich das Indikationsspektrum für das CEREC-System heute auf bis zu 4-gliedrige Brückenkonstruktionen erweitert. CAD/CAM-Systeme bestehen grundsätzlich aus drei Komponenten. Einem Scanner zur Erfassung der Präparation, der Konstruktionssoftware und der Fertigungseinheit. Der CAD/CAM-Prozess beginnt mit der Digitalisierung der zu versorgenden Situation. Dies kann direkt durch digitale intraorale Erfassung im Mund des Patienten („Chairside“) oder nach konventioneller Abformung und Anfertigung eines Modells im Labor („Labside“) erfolgen.

Vorteilhaft an dem Labside-Vorgehen ist, dass sich die konventionelle Abformung über viele Jahrzehnte in der Zahnmedizin bewährt hat und der Zahnarzt keine neuen Kenntnisse und Geräte benötigt. Als Nachteilig ist zu sehen, dass im Rahmen der konventionellen Abformung Dimensionsänderungen des Abformwerkstoffs auftreten können, die bis hin zu einer mangelhaften Qualität der Restaurationen führen können [5]. Darüber hinaus stellen der für den Patienten äußerst unangenehme Prozess der Abformung, der Verbrauch von Abform- und Löffelmaterial, die Notwendigkeit der Lagerung und Desinfektion, sowie der Versand der Abformung weitere Nachteile der Technik dar.

Durch **Intraoral-Scanner** können einige Arbeitsschritte minimiert und somit die Anfertigung festsitzender prothetischer Rekonstruktionen vereinfacht werden. Im deutschsprachigen Raum sind mehrere Systeme – CEREC AC BlueCAM, iTero, Lava C.O.S. und cara Trios – erhältlich. Eine Über-

Tab. 1 Übersicht und Charakterisierung einzelner in Deutschland erhältlicher Intraoral-Scanner-Systeme

Name des Systems	CEREC AC	iTero	cara TRIOS	Lava C.O.S.
Hersteller	Sirona Dental Systems GmbH	Cadent/Straumann GmbH	3shape/Heraeus Kulzer GmbH	3M ESPE AG
Markteinführung	2009	2007	2011	2008
System	Chairside Cerec Connect/freies Labor	Zentrale Fertigung/freies Labor	Zentrale Fertigung/freies Labor	Zentrale Fertigung/freies Labor
Scan-Verfahren	Streifenlichtprojektion	Parallel-konfokale Bildgebung	„Ultrafast light sectioning“	3-D-Videoaufnahme
Modellherstellung	Subtraktiv/Fräsen Additive/Stereolithographie	Subtraktiv/Fräsen	Subtraktiv/Fräsen Additive/Stereolithographie	Additive/Stereolithographie
Indikationen	Inlays, Onlays, Teilkronen, Veneers, Kronen, 3- bis 4-gliedrige Brücken	Inlays, Onlays, Teilkronen, Veneers, Kronen, 3- bis 4-gliedrige Brücken	Keine Limitationen angegeben	Inlays, Onlays, Teilkronen, Veneers, Kronen, 3- bis 4-gliedrige Brücken
Puderapplikation	Erforderlich	Nein	Nein	Erforderlich
Konstruktion im Beisein des Patienten möglich	Ja	Nein	Nein	Nein

sicht und Charakterisierung der einzelnen Systeme vermittelt **Tab. 1**. Die intraoralen Scanssequenzen, die ein Abbild der erfassten Region entstehen lassen, werden von einer Software kombiniert und zusammengesetzt. Die intraorale Situation der präparierten Zähne und deren Antagonisten wird dann in ein virtuelles Modell umgesetzt. Durch eine dreidimensionale Darstellung des virtuellen Modells am Bildschirm kann eine zeitnahe Qualitätskontrolle der Präparation vorgenommen werden. Auch bei der digitalen Erfassung sind jedoch die Trockenlegung sowie ein optimales Gingivamangement des abzuförmenden Bereiches unumgänglich, da subgingivale Scans derzeit noch nicht realisiert werden können. Modelle sind bei komplexeren Fällen für die Verblendungen von CAD/CAM-hergestellten Gerüsten zur Umsetzung der Okklusions- und Approximalkontakte immer noch unentbehrlich. Anstelle von Gipsmodellen werden aus dem vorhandenen digitalen Datensatz **Kunststoffmodelle** durch Stereolithographie (SLA) oder durch Fräsung hergestellt (**Tab. 1**).

Im Folgenden werden verschiedene Abläufe des digitalen Workflows unter Anwendung unterschiedlicher Intraoral-Scanner sowie vollkeramischer Restaurationssysteme exemplarisch an drei Patientenfällen dargestellt.

Patientenfall 1: Digitale Abformung mit dem CEREC-AC-Blue-Cam-System zur vollkeramischen Chairside-Restauration

Eine 53-jährige Patientin stellte sich vor mit der Bitte um zahnfarbene Restauration der Zähne 15 und 16. Die klinische Untersuchung ergab, dass die beiden Zähne mit ausgedehnten, insuffizienten Füllungen versorgt waren (**Abb. 1**). Der parodontale Befund ergab Sondierungstiefen < 3 mm. Die Zähne 15 und 16 waren vital.

Unter Berücksichtigung der Defektgröße wurden die Behandlungsmöglichkeiten hinsichtlich Materialwahl und Restaurationsart mit der Patientin besprochen und folgende adhäsivprothetische Versorgung vereinbart:

- Zahn 15: vollkeramische Krone aus Feldspatkeramik,
- Zahn 16: vollkeramische Teilkrone aus Feldspatkeramik.

Nach erfolgter konservierender Vorbehandlung wurden beide Zähne vollkeramikgerecht präpariert. Zahn 15 wurde mit einer zirkulären Stufenpräparation mit abgerundeter Innenkante versehen. An Zahn 16 erfolgte eine defektorientierte Teilkronenpräparation mit abgerundeten Innenkanten. Aufgrund der vorhandenen Zahnhartsubstanz im Bereich des mesiobukkalen Höckers, war es unter Anwendung der Adhäsivtechnik und deren stabilisierenden Wirkung nicht erforderlich, die gesamte Okklusalfäche in die Präparation miteinzubeziehen. Die präparierten Zähne wurden trocken gelegt,

Die intraorale Situation der präparierten Zähne und deren Antagonisten wird in ein virtuelles Modell umgesetzt

Nach der konservierenden Vorbehandlung werden die Zähne vollkeramikgerecht präpariert



Abb. 1 ◀ Ausgangssituation der Zähne 15, 16 mit ausgedehnten, insuffizienten Füllungen

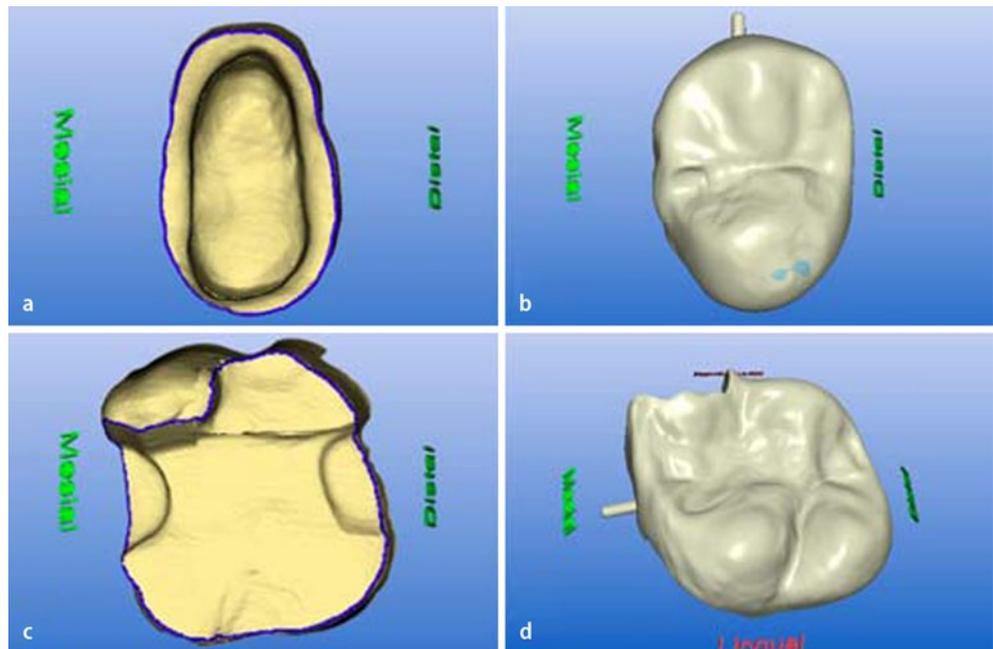


Abb. 2 ▲ Mithilfe des CEREC-Systems wurden die beiden vollanatomischen Restaurationen digital geplant

Die Bissregistrierung erfolgt digital durch eine bukkale Scanaufnahme

Kontrastpuder (CEREC Optispray, Sirona Dental Systems GmbH) wurde appliziert und anschließend erfolgte die digitale Abformung mit der CEREC AC BlueCam (Sirona Dental Systems GmbH). Die Bissregistrierung erfolgte digital durch eine bukkale Scanaufnahme. Die Restaurationen wurden rein digital, ohne physische Modellherstellung konstruiert (■ **Abb. 2**, CEREC Software, Version 3.85, Sirona Dental Systems GmbH) und anschließend mit Hilfe der Schleifeinheit (CerecMC XL, Sirona Dental Systems GmbH) aus Feldspatkeramikblöcken (Vitablocs Mark II, Vita Zahnfabrik) hergestellt.

Die Passung der CAD/CAM-gefertigten Restaurationen wurde intraoral überprüft. Anschließend wurden die vollkeramischen Versorgungen mithilfe der Maltechnik individualisiert und glasiert (■ **Abb. 3**). Die **adhäsive Zementierung** erfolgte mit einem dualhärtenden Kompositzement (Variolink II, Ivoclar Vivadent AG) entsprechend der Herstellerangaben. ■ **Abb. 4** zeigt die Restaurationen nach der adhäsiven Befestigung in der Bukkalansicht. Die Patientin konnte unter Anwendung des CEREC-AC-Chairside-Systems kosten- und zeiteffizient in einer Behandlungssitzung mit ästhetischen vollkeramischen Restaurationen versorgt werden.



Abb. 3 ► Fertiggestellte Restaurationen aus Feldspatkeramik



Abb. 4 ▲ Die klinische Situation in der Bukkalansicht nach der adhäsiven Befestigung zeigt eine gute farbliche Integration der vollkeramischen Restaurationen 15 und 16



Abb. 5 ▲ Ausgangssituation der Zähne 46, 47 mit ausgedehnten, insuffizienten Füllungen

Patientenfall 2: CEREC-InLab-System zur CAD/CAM-Herstellung verblendeter Zirkoniumdioxid- und monolithischer Lithiumdisilikatkronen

Eine 38-jährige Patientin stellte sich vor mit der Bitte um Zahnsanierung der Zähne 46 und 47, die mit ausgedehnten, insuffizienten Füllungen versorgt waren (■ **Abb. 5**). Der parodontale Befund ergab keine Sondierungstiefen > 3 mm. Alle Zähne waren vital.

Die Behandlungsmöglichkeiten wurden mit der Patientin besprochen und die folgende Therapie vereinbart:

- Zahn 46: vollkeramische Krone aus Lithiumdisilikat,
- Zahn 47: verblendete Krone mit Zirkoniumdioxidgerüst.

Die Zähne der Patientin wurden konservierend vorbehandelt und die beiden Pfeilerzähne mit einer Stufe mit abgerundeten Innenkanten für die Aufnahme der Kronenrestaurationen präpariert (■ **Abb. 6 a, c**). Die Zahnstümpfe wurden konventionell abgeformt (Impregum, 3M ESPE AG) und ein Meistermodell aus einem scanbaren Gips (Esthetic-base gold, Dentona AG, Dortmund, Deutschland) angefertigt, welches anschließend im Labor mit einem Scanner digitalisiert wurde (inEos, Sirona Dental Systems GmbH). Unter Berücksichtigung der späteren Kronengestaltung wurde für den Zahn 47 das Gerüst aus Zirkoniumdioxid digital konstruiert (■ **Abb. 6 b**, inLab Software, Version 3.86, Sirona Dental Systems GmbH) und anschließend geschliffen (IPS e.max ZirCAD, Ivoclar Vivadent AG). An Zahn 46 wurde die Krone digital vollanatomisch designt (■ **Abb. 6 d**) und dann aus einem Lithiumdisilikatkeramikblock (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent AG) im vorkristallisierten Zustand herausgeschliffen. Die Restaurationen wurden auf dem Meistermodell aufgepasst und anschließend intraoral auf deren Passung überprüft (■ **Abb. 7**). Gemäß der Herstellerangaben wurde im Labor das Zirkoniumdioxidgerüst mit einer Presskeramik (IPS e.max ZirPress, Ivoclar Vivadent AG) verblendet, und die Lithiumdisilikatkeramikkrone wurde einem Kristallisationsbrand unterzogen. Mittels der Maltechnik und Glasurbrandapplikation wurden die vollkeramischen Kronen individualisiert und an die bestehenden Zähne angepasst. Die Zementierung erfolgte mit einem selbst-

Das Gipsmodell wird im Labor mit einem Scanner digitalisiert

Mittels Maltechnik und Glasurbrandapplikation werden die vollkeramischen Kronen individualisiert und an die bestehenden Zähne angepasst

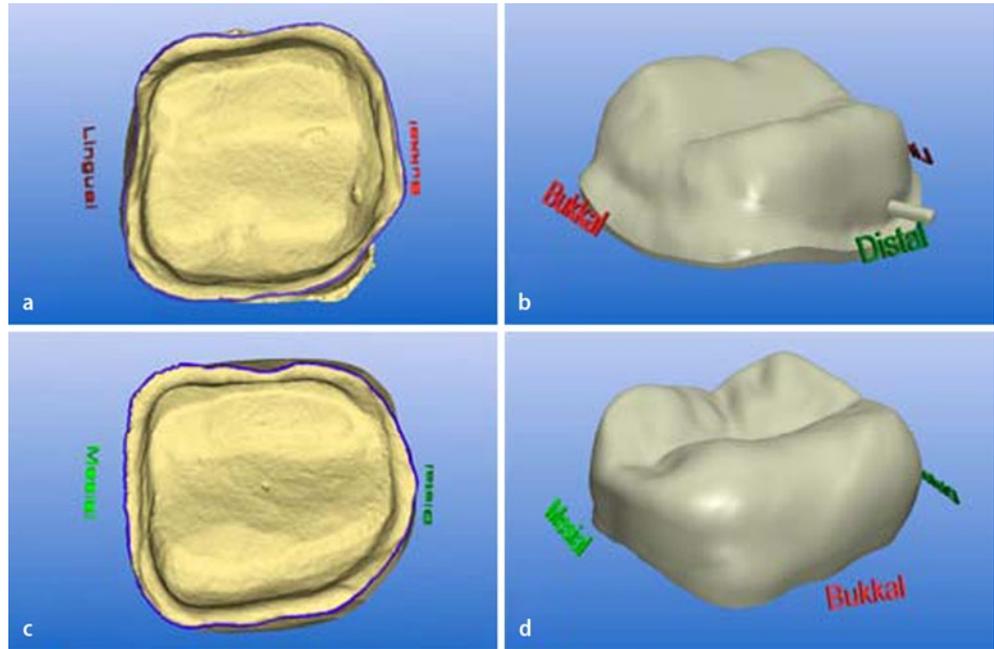


Abb. 6 ▲ Mit dem CEREC-Software-System wurde für die präparierten Molaren (a, c) für Zahn 47 (b) ein Gerüst aus Zirkoniumdioxid und für Zahn 46 (d) eine vollanatomische Lithiumdisilikatrestauration konstruiert



Abb. 7 ◀ Klinische Anprobe des Zirkoniumdioxidgerüsts an Zahn 47 sowie der vorkristallisierten Restauration aus Lithiumdisilikatkeramik an Zahn 46

adhäsiven Befestigungskomposite (Multilink Automix, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) entsprechend der Herstellerangaben. ■ **Abb. 8** zeigt die gute ästhetische Integration der vollkeramischen Kronen.

Patientenfall 3: Digitale Abformung mit dem iTero-System zur vollkeramischen Brückenrestauration

Eine 52-jährige Patientin stellte sich mit der Bitte um Erneuerung einer über 20 Jahre alten Brückenversorgung in Regio 44–46 vor. Die klinische Untersuchung ergab keine parodontalen Auffälligkeiten. Zahn 46 war vital, Zahn 44 war mit einer suffizienten Wurzelkanalbehandlung versorgt. Die Patientin wünschte eine metallfreie Neuversorgung, so dass eine vollkeramische Brücke mit Zirkoniumdioxidgerüst geplant wurde.

Nach erfolgter konservierender Vorbehandlung wurden die Pfeilerzähne für die Aufnahme der Restauration präpariert (■ **Abb. 9**). Nach Trockenlegung und Applikation der Gingivaretraktionsfäden zur Darstellung der Präparationsgrenze erfolgte die digitale Abformung mit Hilfe eines intraoralen Scanners (iTero, Cadent Ltd., Or Yehuda, Israel). Die Applikation eines Oberflächenpuders war nicht erforderlich. Die Bissregistrierung wurde digital durch bukkale Scanaufnahmen vorge-



Abb. 8 ▲ Fertiggestellte, durch Maltechnik charakterisierte Restaurationen mit Zirkoniumdioxidgerüst Zahn 47 bzw. vollanatomisch aus Lithiumdisilikat Zahn 46, die sich farblich sehr gut an die bestehende Restbeziehung anpassen



Abb. 9 ▲ Klinische Situation nach der Präparation der Pfeilerzähne 44 und 46

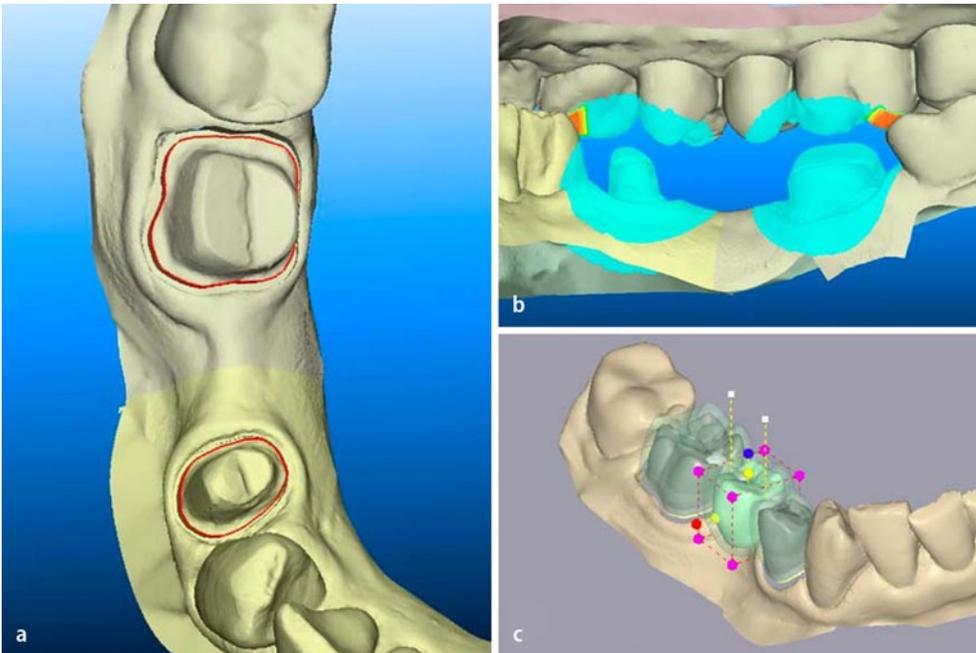


Abb. 10 ▲ Das virtuelle Modell der Präparation wird in der okklusalen (a) und bukkalen Ansicht (b) mit Gegenkiefer gezeigt. Mit der Straumann-CARES-Software wurde das anatomisch geformte Gerüst aus Zirkoniumdioxid geplant (c)

nommen. Basierend auf den digitalen Scans wurde ein digitales Modell errechnet (■ **Abb. 10 a, b**) und die Daten wurden online zu Cadent transferiert. In einem zentralen Fertigungszentrum (Straumann CAD/CAM-Produktionszentrum, Markkleeberg, Deutschland) wurde basierend auf dem digitalen Datensatz ein Modell mit herausnehmbaren Einzelstümpfen aus Polyurethan gefräst (iTero Model, Cadent Ltd.). In einem freien zahntechnischen Labor wurde unter Berücksichtigung des späteren Restorationsdesigns das Zirkoniumdioxidgerüst anatomisch geformt digital konstruiert (■ **Abb. 10 c**, Straumann CARES, Institut Straumann AG, Basel, Schweiz), um eine ausreichende Unterstützung der Verblendkeramik zu gewährleisten. Das anatomisch geformte Zirkoniumdioxidgerüst (Straumann Zerion, Institut Straumann AG) wurde dann in einem zentralen Fräszentrum gefertigt (■ **Abb. 11**). Das Zirkoniumdioxidgerüst wurde klinisch hinsichtlich der Gerüstgestaltung und Passung überprüft und anschließend in einem freien Labor gemäß der Herstellerangaben in der Schichttechnik (Vita VM9, Vita Zahnfabrik), verblendet (■ **Abb. 12**). Die Zementierung er-

Basierend auf dem digitalen Datensatz wird ein Modell mit herausnehmbaren Einzelstümpfen aus Polyurethan gefräst



Abb. 11 ▲ Das anatomisch geformte Gerüst auf dem Polyurethanmodell



Abb. 12 ▲ Fertiggestellte vollkeramische Brücke mit Zirkoniumdioxidgerüst



Abb. 13 ◀ Klinische Situation nach dem Zementieren der vollkeramischen Brückenrestoration

folgte mit einem selbsthärtenden Befestigungskomposit (Multilink Automix, Ivoclar Vivadent AG) entsprechend der Herstellerangaben. ■ Abb. 13 zeigt die vollkeramischen Brückenrestorationen nach dem Zementieren.

Fazit für die Praxis

- CAD/CAM-gefertigte vollkeramische Versorgungen im Indikationsbereich des Inlays bis hin zur Brücke gelten heute als wissenschaftlich anerkannt [17, 22].
- Erste labortechnische und klinische Ergebnisse zur Genauigkeit und der klinischen Bewährung von Restaurationen, die im digitalen Workflow basierend auf intraoralen Scandaten angefertigt wurden, sind ebenfalls vielversprechend [6, 24].
- Die abformfreie Praxis ist derzeit jedoch noch keine Realität, da größere zahnlose Areale momentan noch nicht digital erfasst werden können.
- Aus ökonomischer Sicht würde eine Reduktion der hohen Anschaffungskosten der intraoralen Scanner sowie der Scangebühren auf ein im Vergleich zur konventionellen Abformung konkurrenzfähiges Niveau die Anwendung dieser Technologien in der Praxis erhöhen.
- Die heutige Herausforderung stellt die Kombination verschiedener digitaler Daten (intraorale Scans, digitale Volumetomographie, Weichteilscans des Gesichts, Farbdaten, dynamische Okklusion) dar. Zusammen mit der Entwicklung neuer Werkstoffe lassen diese Innovationen neue Fertigungswege und Behandlungskonzepte in der modernen Zahnheilkunde erwarten.

Korrespondenzadresse

**PD Dr. P.C. Güß**

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

Priv.-Doz. Dr. Petra Güß studierte von 1996 bis 2001 Zahnheilkunde an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Von 2002 bis 2006 war sie als Assistenz Zahnärztin und wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung für zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Freiburg tätig. Dr. Güß promovierte 2003. Im Jahr 2005 wurde sie zur qualifiziert fortgebildeten Spezialistin der Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V. (DGPro) ernannt. Von 2006 bis 2009 war sie Visiting Assistant Professor im Department of Biomaterials and Biomechanics, NYU College of Dentistry, New York, USA. 2009 wurde sie zur Oberärztin in der Abteilung für zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Freiburg (Ärztlicher Direktor Prof. Dr. Dr. h.c. J. R. Strub) ernannt. Im Jahr 2011 erfolgte ihre Habilitation.

Interessenskonflikt. Die korrespondierende Autorin weist auf folgenden Beziehungen hin: Dr. Sebastian Horvath ist Berater der Dentsply DeTrey GmbH.

Literatur

Das Literaturverzeichnis finden Sie online unter: springerzahnmedizin.de/wissen-kompakt

Bitte beachten Sie:

Es ist immer nur eine Antwort möglich.
Antwortmöglichkeit – nach vorheriger Registrierung unter www.fvdz.de – nur online unter springerzahnmedizin.de

Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.

CME-Fragebogen

kostenfreie Teilnahme für Abonnenten und FVDZ-Mitglieder

? Warum ist es notwendig, glaskeramische Restaurationen adhäsiv zu befestigen?

- Zur Versiegelung der Dentintubuli
- Um die Farbe der Restauration anzupassen
- Zur Festigkeitssteigerung der Keramik
- Zur Destabilisierung der Zahnhartsubstanz
- Um Plaqueablagerungen zu reduzieren

? Wie hoch ist die Überlebensrate aus Lithiumdisilikatkeramik hergestellter Kronenrestaurationen nach 10 Jahren?

- 55,7%
- 65,5%
- 75,1%
- 85,3%
- 95,5%

? Warum werden CAD/CAM-gefertigte Keramiken häufig in einem vorgesinterten Zustand bearbeitet?

- Um die Temperaturleitfähigkeit zu reduzieren.
- Da die vorgesinterte Keramik leichter und schneller bearbeitet werden kann.
- Da die vorgesinterte Keramik eine höhere Festigkeit aufweist.
- Keramiken werden immer im durchgesinterten Zustand bearbeitet.
- Um die spätere Biegefestigkeit der Keramik zu erhöhen.

? Welche der folgenden Eigenschaften von Zirkoniumdioxid trifft *nicht* zu?

- Geringe Plaqueanlagerung
- Geringe Temperaturleitfähigkeit
- Hohe Materialkosten
- Hohe Biegefestigkeit
- Hohe Bruchzähigkeit

? Wie sollte ein Pfeilerzahn für eine vollkeramische Restauration präpariert werden?

- Stufen- oder Hohlkehlpräparation mit abgerundeten Übergängen
- Stufen- oder Hohlkehlpräparation mit scharfkantigen Übergängen
- Tangentialpräparation
- Stufenpräparation mit Abschrägung
- Schulterpräparation

? Bei welchem der folgenden Intraoral-Scanner- und CAD/CAM-Systeme ist es möglich, Restauration Chairside zu planen und herzustellen?

- CEREC AC
- iTero
- Cara TRIOS
- Lava C.O.S.
- Bei keinem der genannten Systeme

? Was ist die Hauptursache des klinischen Misserfolgs Zirkiumoxid-basierter Restaurationen?

- Sekundärkaries
- Verblendungsfrakturen/Chipping
- Gerüstfrakturen
- Dezementieren der Restauration
- Wurzelfrakturen

? CAD/CAM-gefertigte vollkeramische Restaurationen weisen hohe Überlebensraten auf, wegen...

- des inhomogenen Kristallgefüges.
- der hohen Homogenität der Keramikblöcke.
- der hohen Transluzenz der Keramik.
- der hohen Opazität der Keramik.
- des adhäsiven Einsetzens.

? Welche der folgenden Antworten ist kein Vorteil von CAD/CAM-gefertigtem Zahnersatz?

- Keine Modellherstellung erforderlich
- Keine Provisorienherstellung erforderlich
- Kein Modellversand erforderlich
- Die Restauration kann im Beisein des Patienten entworfen und gefertigt werden.
- Individualisierungen erfordern zusätzliche Arbeitsschritte.

? Welche Empfehlungen bestehen für den Umgang mit Zirkoniumoxid-basierten Vollkeramiksystemen?

- Ausreichendes Einschleifen an den Verbindungsquerschnitten reduziert das Chipping-Risiko.
- Durch anatomische Gerüstgestaltung kann das Risiko eines vorzeitigen Chippings vermindert werden.
- Sandstrahlen mit Al_2O_3 mit einer Korngröße $> 200 \mu m$ ist besonders zu empfehlen.
- Der WAK gemäß Herstellerangaben kann aufgrund der hohen Festigkeit der Gerüstkeramik vernachlässigt werden.
- Abstrahlen der Keramikoberflächen mit einem ausreichend hohen Strahldruck (mindestens $> 2 \text{ bar}$).

Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf springerzahnmedizin.de verfügbar. Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter springerzahnmedizin.de



Mitmachen, weiterbilden und CME-Punkte sichern durch die Beantwortung der Fragen im Internet unter springerzahnmedizin.de

Hier steht eine Anzeige.



Hier steht eine Anzeige.

