

# wissen kompakt

Fortbildung für Zahnärzte

## Elektronischer Sonderdruck für M. Kern

Ein Service von Springer Medizin

wissen kompakt 2012 · 6:7–15 · DOI 10.1007/s11838-011-0132-5

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

zur nichtkommerziellen Nutzung auf der  
privaten Homepage und Institutssite des Autors

G.V. Arnetzl · M. Kern

## Dental wird digital

Datensätze aus der Intraoral-Messkamera verändern die Restaurationstechnik



Punkte sammeln auf...

[springerzahnmedizin.de](http://springerzahnmedizin.de)

### 1. Registrieren

Mitglieder des FVDZ können kostenfrei teilnehmen und registrieren sich einmalig auf [www.fvdz.de](http://www.fvdz.de). *wissen kompakt*-Abonnenten registrieren sich direkt auf [springerzahnmedizin.de](http://springerzahnmedizin.de).

### 2. Einloggen

Ihre persönlichen Zugangsdaten erhalten Sie per E-Mail. Loggen Sie sich mit diesen direkt auf [springerzahnmedizin.de](http://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](mailto:cme@springer.com)  
[springerzahnmedizin.de](http://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

G.V. Arnetzl<sup>1</sup> · M. Kern<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ÖGCZ, Graz

<sup>2</sup> Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e. V., Ettlingen

## Dental wird digital

### Datensätze aus der Intraoral-Messkamera verändern die Restaurationstechnik

#### Zusammenfassung

Der Computereinsatz in der Zahnarztpraxis hat sich in der Praxisorganisation seit vielen Jahren bewährt. Ebenfalls bewährt hat sich seit zwei Jahrzehnten die lichtoptische Intraoralabformung zur Vorbereitung der Einzelzahnrestauration im Chairside-Verfahren (Cerec). Neue Scannersysteme und Computersoftware ermöglichen heute die Intraoralabformung der Ganzkiefersituation und berechnen virtuelle Arbeitsmodelle für die zahntechnische Verarbeitung von Verblendkronen und mehrgliedrigen Brücken. Dadurch entfällt vielfach der Elastomerabdruck, sofern die Präparationsgrenzen sekretfrei und gut einsehbar sind. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Genauigkeit der digitalen Intraoralabformungen zumindest jener von Polyetherabdrücken entspricht. Auch die marginale Passung am Kronenrand kann durch die Digitaltechnik beeinflusst werden. Der Nutzen der digitalen Prozesskette ist die exakte Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Die Datensätze vereinfachen im Online-Austausch die Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker.

#### Schlüsselwörter

Digitale Intraoralabformung · Lichtoptische Abtastsysteme · Abformgenauigkeit · Digitale Prozesskette · NC-gefrästes Arbeitsmodell · Computergefertigte Verblendung

Dieser Bericht basiert auf einer Erstpublikation in *ZWR* 9/2011 des Thieme-Verlags (Titel: Digitalisierung standardisiert die Prozesskette). Die Autoren haben für die Veröffentlichung in *wissen kompakt* eine Aktualisierung der Daten vorgenommen.

Die intraorale Kamera führt optoelektronische Vermessungen der Zahnoberflächen im Patientenmund durch

Die Digitalisierung hat den Workflow von der Abformung an der Behandlungseinheit über das Modell bis zur Gerüstfertigung standardisiert und reproduzierbar gemacht

**Nach Lektüre dieses Weiterbildungsbeitrags sind Sie informiert über die neuesten Erkenntnisse und Untersuchungsergebnisse**

- zur CAD/CAM-Technik und vollkeramischen Restauration,
- zu den Möglichkeiten des digitalen Workflows von der intraoralen Abformung über das Modell bis zur Gerüstfertigung,
- zu den aktuellen intraoralen Scansystemen und ihrer Anwendung.

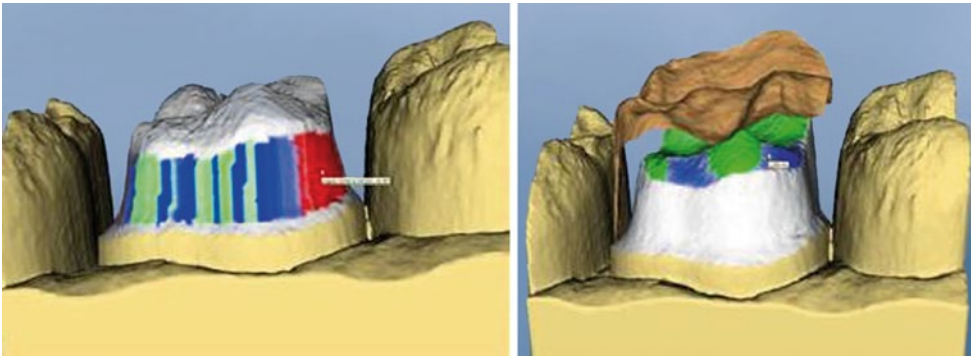
Die digitale intraorale Abformung ist zu einem zentralen Bestandteil der computergestützten Restauration geworden. Lichtoptisch arbeitende Scansysteme ergänzen zurzeit den konventionellen Elastomerabdruck und können ihn in Zukunft voraussichtlich auch ersetzen, sobald die Aufnahmetechnik im subgingivalen, blutungs- und sekretanfälligen Bereich weiter entwickelt ist. Die intraorale Kamera führt optoelektronische Vermessungen der Zahnoberflächen im Patientenmund durch. Aus einer Vielzahl von Einzelmessungen, auch aus verschiedenen Aufnahmewinkeln, werden die Raumkoordinaten zu einem kompletten Modellsatz zusammen gefügt. Präparation, Lateralzähne, Antagonisten, Gegenbiss und die habituelle Schlussbissstellung werden zu dreidimensionalen Modellen gerechnet, die mit hoher Präzision die anatomische Situation darstellen. Im CAD/CAM-Prozess dienen die virtuellen Modelle als Grundlage für die Konstruktion der Restauration auf dem Bildschirm und für das Formschleifen der Versorgung aus Keramik, Kunststoff (Langzeitprovisorien) oder Metall. Ferner kann mit dem Datensatz ein zahntechnisches Sägeschnittmodell aus Kunststoff hergestellt werden, um die Passung des ausgeschliffenen Gerüsts zu prüfen, die keramischen Verblendschichten aufzubringen und final die Okklusalfächen zu artikulieren. Die Modelle können direkt vom Datensatz gefräst, stereolithografisch aus Acrylat Laser-gehärtet oder im Rapid-Prototyping-Verfahren aus Wachs oder Kunststoff gefertigt werden. Dieser Arbeitsweg wird als „digitaler Workflow“ bezeichnet. Dadurch muss kein Gipsmodell mehr gegossen und kein Meistermodell extraoral digitalisiert werden, wie es bei der konventionellen Abformung mit Elastomeren noch notwendig ist.

Die Verbreitung der **CAD/CAM-Technik** in der restaurativen Zahnheilkunde basiert auf zwei Ansatzpunkten. Die Protagonisten des Chairside-Verfahrens – also des CAD/CAM-Prozesses an der Behandlungseinheit – hatten zum Ziel, die Versorgung der Kavität und des Kronenstumpfes direkt mit **Silikatkeramik** in einer Sitzung durchzuführen. Für die Akquisition der Daten erforderte dies eine lichtoptisch arbeitende Messkamera für die Aufnahme der Präparation, eine Software zur CAD-Konstruktion auf dem Bildschirm und einen computergesteuerten Fräsautomaten an der Behandlungseinheit zum Ausschleifen der Restauration. Dieses Verfahren (Cerec) kann inzwischen auf eine 25-jährige Erfahrung zurückblicken.

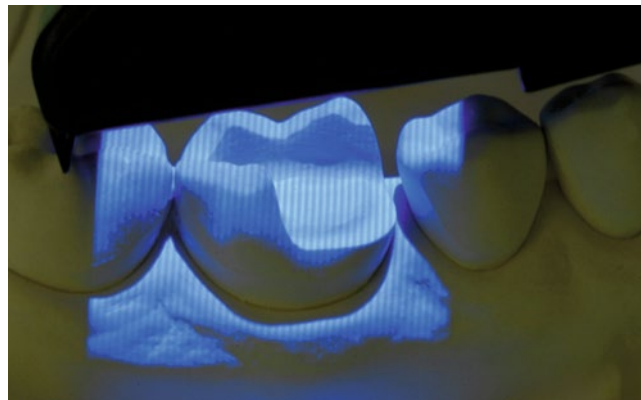
Der andere Ansatz für die CAD/CAM-Technik hängt mit der Nutzung von **Hochleistungs-Oxidkeramiken** für Kronen und Brücken zusammen, die seit den 1990er Jahren Eingang in die prothetische Rehabilitation gefunden haben. Dieser Wandel zur metallfreien Restauration war die konsequente und logische Weiterentwicklung restaurativer Werkstoffe und hat metallgetragene Versorgungen in einigen Bereichen bereits weitgehend substituiert. Die Verarbeitung eines mechanisch hoch belastbaren Materials wie **Zirkoniumdioxidkeramik** stellt jedoch den Computereinsatz, um den Datensatz der CAD-Konstruktion in maschinenlesbare Fräsbefehle umzuwandeln und die festigkeitssteigernde Sinterschrumpfung zu kompensieren. Ferner hat die Computerisierung der Arbeitsschritte neue Türen geöffnet und die Prozesskette von der digitalen Intraoralaufnahme bis zur NC-gefrästen Verblendung prospektiv planbar gestaltet. Dadurch hat die Digitalisierung den Workflow von der Abformung an der Behandlungseinheit über das Modell bis zur Gerüstfertigung standardisiert und unter gleichbleibenden Bedingungen reproduzierbar gemacht. Das Überspringen vieler konventioneller Prozessschritte im zahntechnischen Labor hat den Arbeitsaufwand reduziert und somit die Voraussetzungen für ein wirtschaftliches Ergebnis verbessert.

## Fehlerfrei abformen

Auf dem 10. Keramiksymposium der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e. V. (AG Keramik), das alljährlich zusammen mit einer wissenschaftlichen Fachtagung der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) stattfindet und die Erfahrungen mit Vollkeramik und mit den CAD/CAM-Verfahren in Klinik und Praxis auf den Prüfstand nimmt, stellte Prof. Bernd Wöstmann, Leiter der Zahnärztlichen Prothetik an der Universität Gießen, die Fort-



**Abb. 1** ▲ Der virtuelle „Präp-Check“ kontrolliert die Präparationsgrenzen sowie die okklusale Reduktion mit Gegenbiss. (Mit freundl. Genehmigung von AG Keramik)



**Abb. 2** ► Kurzwelliges Blaulicht mit Streifenlichtprojektion, System Cerec. (Mit freundl. Genehmigung von Dr. Andreas Ender)

schritte in der Digitalisierung der intraoralen Kieferabformung in den Mittelpunkt seiner Ausführungen.

Es ist für jeden Zahnarzt eine Selbstverständlichkeit, dass indirekt gefertigte Restaurationen passgenau und möglichst ohne weitere Korrekturen klinisch eingesetzt werden können. Voraussetzung hierfür ist die exakte Abformung der Präparation und der Gebissituation. Prof. Wöstmann führte aus, dass auf dem Weg zu einer exakten Restauration die Abbildung der intraoralen Situation auf einem realen oder auch auf einem virtuellen Modell einen ganz entscheidenden Schritt darstellt, da die Herstellung definitiver Restaurationen – vom Inlay bis hin zu mehrgliedrigen Brücken – ausschließlich indirekt möglich ist. Aufgrund werkstofflicher und haptischer Bedingungen ist es bis heute nicht machbar, über die klassische Abformung mit Elastomeren ein „fehlerfreies“ konventionelles (Gips-)Modell herzustellen. Auch das individuelle Geschick des Zahnarztes und des Zahntechnikers spielt hierbei eine Rolle – eine Situation, die sich kaum standardisieren lässt. Damit ist auch jedes auf 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.

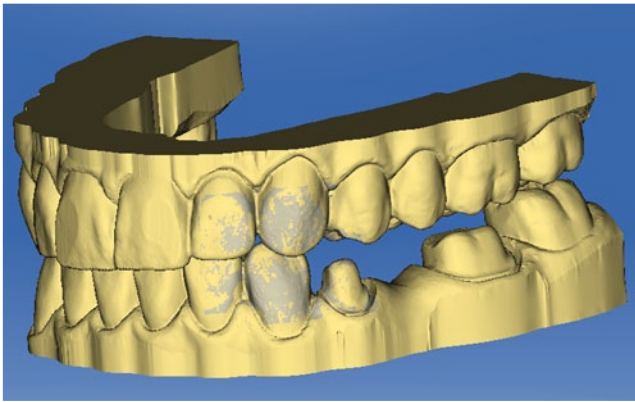
Nachdem der labortechnische Prozess bei der Herstellung vollkeramischer Restaurationen ohne CAD/CAM-Einsatz nur noch schwer vorstellbar ist, hat mit der Einführung lichtoptischer Scans zur intraoralen Abformung der nächste Schritt zur vollständigen Digitalisierung der Prozesskette von der Präparation 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 Präparationsfehler detektiert und sofort behoben werden können (■ **Abb. 1**). Neben dieser Standardisierung liegt der weitere Nutzen der Digitaldaten in der direkten Übertragung der klinischen Situation auf die weiteren, zahntechnischen Arbeitsschritte.

Die intraoralen Scansysteme ähneln sich in ihrer klinischen Handhabung, unterscheiden sich jedoch in ihren Funktionsprinzipien. Technisch sind die Systeme ähnlich aufgebaut; sie alle bilden die Zahnsituation in Echtzeit im 3-D-Modus auf dem Bildschirm ab. Allerdings differenzieren die Verfahren bei der Gewinnung dreidimensionaler Datensätze (Cerec Bluecam, Sirona; C.O.S. Lava, 3 M

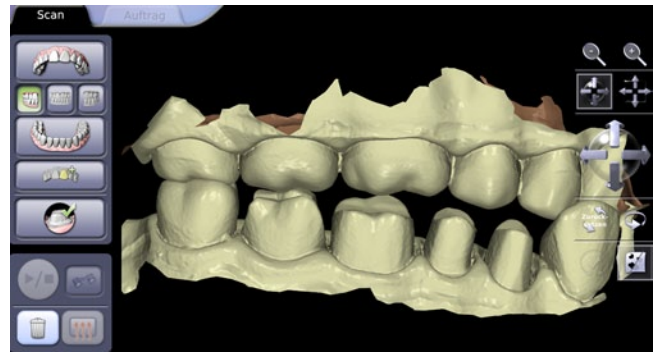
**Voraussetzung für passgenau und ohne weitere Korrekturen eingesetzte Restaurationen ist die exakte Abformung der Präparation und der Gebissituation**

**Der Vorteil der digitalen Abformung liegt darin, dass unmittelbar nach dem Scannen eine dreidimensionale Ansicht der Präparation verfügbar ist**

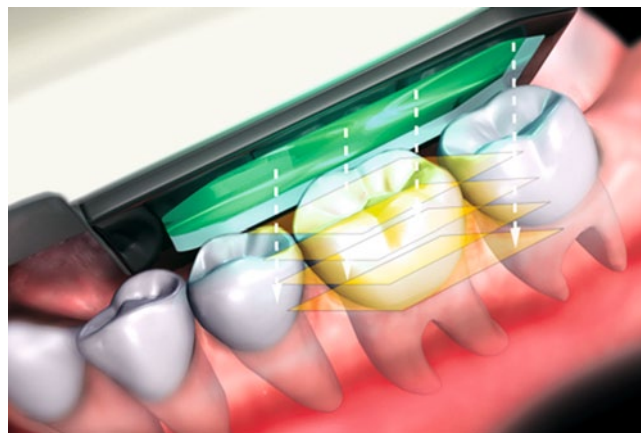




**Abb. 3** ▲ Einzelaufnahmen werden zu einem Modell zusammengefügt. (Mit freundl. Genehmigung von Sirona)



**Abb. 4** ▲ Intraoral-Scan (C.O.S.) eines Quadranten mit Gegenbiss für ein  $ZrO_2$ -Kronengerüst. (Mit freundl. Genehmigung von 3 M Espe)



**Abb. 5** ◀ iTero scannt den Zahn mit Laser-Triangulation über mehrere Ebenen. (Mit freundl. Genehmigung von Straumann)

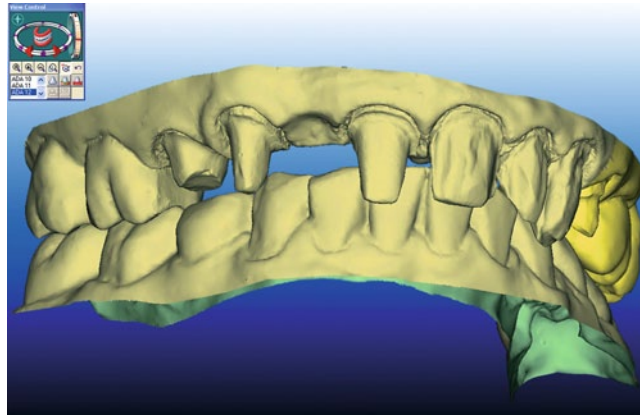
Espe; iTero, Cadent-Straumann). Die Bildakquisition erfolgt unter Verwendung von Leuchtdioden (LED), Videosignalen oder eines gepulsten Lasers.

Cerec Bluecam nutzt als Aufnahmeeinheit **kurzwelliges Blaulicht** (420 Nanometer) und arbeitet nach dem Prinzip der Streifenlichtprojektion (■ **Abb. 2**). Das vom Objekt reflektierte Licht wird unter einem Winkel (Triangulation) auf einem Detektor (CCD) abgebildet. Der Scanvorgang erfolgt in Form von Einzelbildern; Winkelaufnahmen erfassen Zahnareale unterhalb des Äquators und erhöhen die Wiedergabegenauigkeit. Mehrere Aufnahmen werden durch Matching zu einem Quadranten oder Ganzkiefer zusammengerechnet, ebenso der Gegenbiss. Die Kieferrelation wird durch zusätzliches Scannen der antagonistischen Bezahnung und deren statischer Lagebeziehung erfasst. Dadurch entsteht ein dimensionsgetreues, virtuelles Modell (■ **Abb. 3**, [12]).

Das Wavefront Sampling von C.O.S. Lava, entwickelt am MIT (Massachusetts Institute of Technology), erfasst die Zahnform durch die Bewegung der Videokamera über die Zähne. Durch Positionsänderung der einzelnen Bildpunkte während der Aufnahme kann deren Abstand zur Kamera berechnet werden, wodurch eine dreidimensionale Darstellung der Zahnreihe entsteht (■ **Abb. 4**, [15]).

Der iTero-Scanner nutzt zur Erfassung das konfokale Messprinzip und arbeitet mit der **Laser-Triangulation**. Hierbei werden Laserlinienmuster mit einer Laufzeitanalyse auf das Messobjekt projiziert. Liegt das Objekt exakt im Brennpunkt, wird das Licht vom Objekt über denselben Weg durch das Objektiv hindurch über einen Strahlenleiter auf einen Detektor reflektiert. Als Ergebnis erhält man Scans einzelner Schichten, die übereinander gelegt die 3-D-Form des Objekts wiedergeben. Diese Technik erfasst den Zahn und scannt vertikal 300 Ebenen mit jeweils 50  $\mu\text{m}$  Tiefe (■ **Abb. 5**). Irrtümlich eingescannte Objekte wie Fingerspitzen, Zungenteile, Watterollen können virtuell gelöscht und punktuell nachgescannt werden [16].

Die Scan-Genauigkeit von Cerec Bluecam und C.O.S. Lava entspricht laut Prof. Wöstmann einer konventionellen Hydrocolloid- und **Polyvinylsiloxan-Abformung**. Unterschiede waren nicht sig-



**Abb. 6** ▶ Der Ganzkiefer-Scan für eine Brückenkonstruktion. Präparationsdetails sind kontrollierbar (System iTero). (Mit freundl. Genehmigung von Straumann)

nifikant [5]. Bei Messungen mit C.O.S. Lava hergestellten Kronenkäppchen lag der Mittelwert aller Randspalten bei  $33 \mu\text{m}$  ( $\pm 16 \mu\text{m}$ ). Bei den mit konventioneller Abformtechnik hergestellten Käppchen betrug der mittlere Randspalt  $69 \mu\text{m}$  ( $\pm 25 \mu\text{m}$ ). Vergleichbare Ergebnisse wurden im Rahmen einer klinischen Studie festgestellt [15]. Der mittlere, marginale Randspalt der konventionell hergestellten Kronen betrug  $71 \mu\text{m}$  gegenüber  $49 \mu\text{m}$  bei den mit C.O.S. Lava hergestellten Kronen. Literaturbelegte Messwerte bei konservierenden Restaurationen mit Cerec 3D zeigten eine Toleranz von  $40 \mu\text{m}$  ( $\pm 21 \mu\text{m}$ ) [17].

In einer Studie an der Universität Zürich wurde die Abformgenauigkeit von intraoral generierten Ganzkiefer-Datensätzen in vitro geprüft, die mit Videosignal (C.O.S.) und Blaulicht (Cerec Bluecam) arbeiten [6]. Das analoge Vergleichsmodell war mit Polyetherabdruck und Gips hergestellt worden und wies im stationären 3-D-Referenzscanner mit  $0,5 \mu\text{m}$  Auflösung (Alicona Infinite Focus) eine Abweichung von  $55 \mu\text{m}$  ( $\pm 21,8 \mu\text{m}$ ) auf. Der durch Videoaufnahmen erzeugte Modelldatensatz zeigte im Best-Fit-Algorithmus (Überlagerungsgenauigkeit) eine Differenz von  $40,3 \mu\text{m}$  ( $\pm 14,1 \mu\text{m}$ ), das blaulichterzeugte Modell lag bei  $49 \mu\text{m}$  ( $\pm 14,2 \mu\text{m}$ ). Die Scandatensätze umfassten jeweils ca. 20 Mio. Messpunkte. Die Messergebnisse für Polyether und den Videoscan streuten um den Vergleichswert des Referenzmodells, die Bluecam-Werte lagen signifikant dichter an den Daten des stationären, geeichten Messscanners. Die Autoren resümierten, dass die digitale Intraoralabformung zumindest gleichwertige Ergebnisse wie der konventionelle Polyetherabdruck erzielt.

Zur Standardisierung der optischen Abformung trägt bei, dass die eingescannte Präparation direkt am Bildschirm kontrolliert und ggf. vorhandene Unzulänglichkeiten sofort korrigiert werden können ([7, 8], **Abb. 6**). Auch bieten die Scanverfahren gerade für Patienten mit starkem Würgereiz einen deutlichen Gewinn an Behandlungskomfort. Vorteile ergeben sich auch durch den Wegfall von Arbeitsschritten, besonders in der Praxis: Auswahl des Abformlöffels, Anmischen der Abformmasse, Abwarten von Abbinde- und Desinfektionszeiten sowie ggf. die Modellherstellung.

Weniger Behandlungs- und Arbeitsschritte bedeuten auch weniger Fehlerquellen, wodurch die Vorhersagbarkeit der Behandlungsergebnisse verbessert werden kann. Bei deutlich infragingival liegenden Kronenrändern stoßen optische Systeme laut Prof. Wöstmann noch an ihre Grenzen. Die Herausforderung besteht darin, schlecht einsehbare Bereiche – z. B. infragingivale Präparationen – für die Kamera zugänglich zu machen. Hier könnten intelligente Software-Algorithmen dadurch Abhilfe schaffen, dass man die infragingival liegenden Präparationsränder konsekutiv mit der Messkamera erfasst – etwa indem man mit dem Luftbläser um den Zahn herumfährt [14].

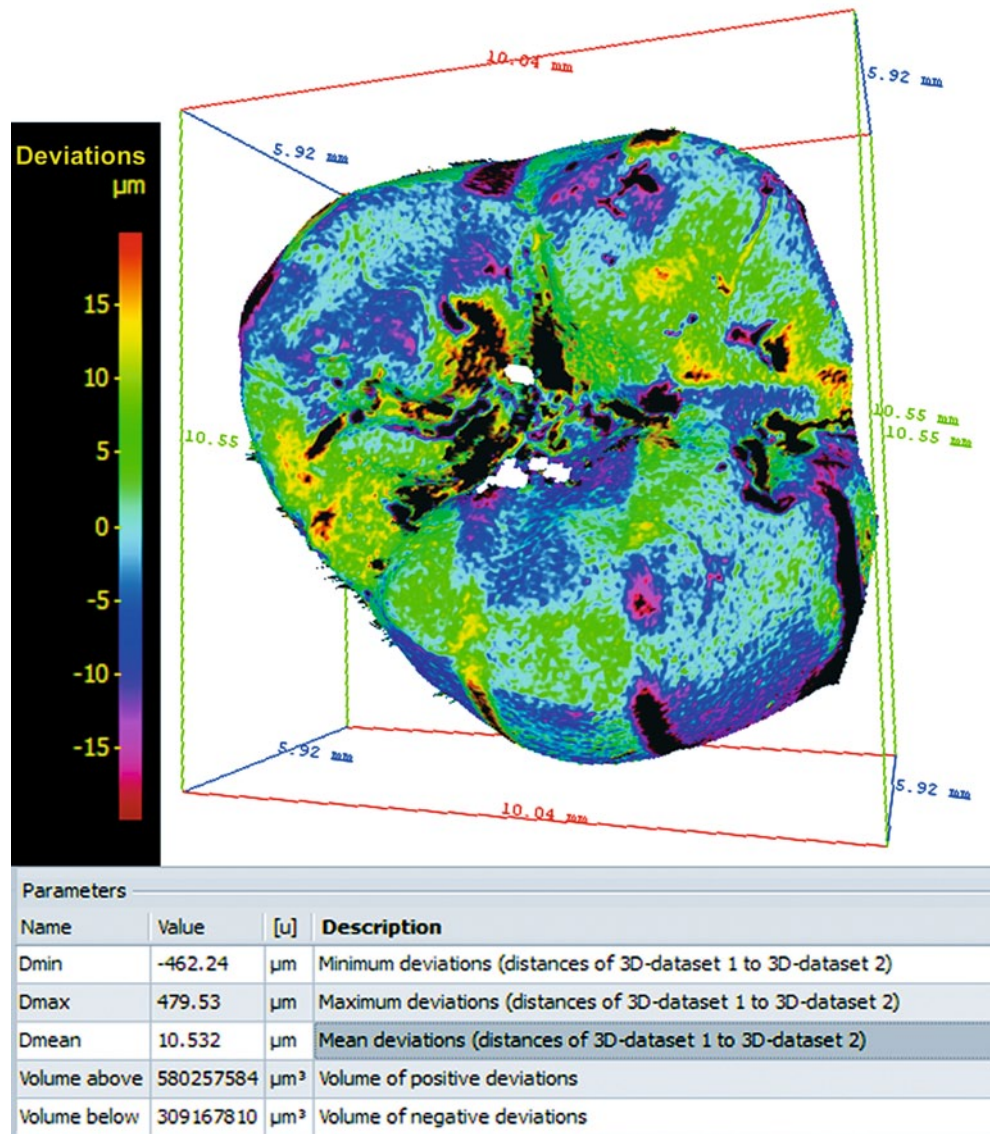
## Digital reproduziert genauer

Prof. Gerwin Arnetzl, Universität Graz, verglich auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computergestützte Zahnheilkunde (DGCZ) die Abformpräzision digital generierter Abformungen mit konventionellen Elastomer-Abdrücken (**Abb. 7**). Wenn konventionelle Abformungen eine Rückstellung nach Verformung von 98,5% aufweisen, bedeutet das für eine Inlaykavität eine Passungsgenauigkeit von  $35\text{--}75 \mu\text{m}$ . Dazu addieren sich bei Gussobjekten noch Toleranzen von  $46,5 \mu\text{m}$  [10], so dass im indirekten Verfahren hergestellte Kronen literaturbelegte Abweichungen von  $114 \mu\text{m}$  erreichen [13]. Unterschiedliche elastomere Abformtechniken verursachen zum Teil erhebliche Abwei-

Die digitale Intraoralabformung scheint zumindest gleichwertige Ergebnisse wie der konventionelle Polyetherabdruck zu erzielen

Bei deutlich infragingival liegenden Kronenrändern stoßen optische Systeme noch an ihre Grenzen

Elastomere Abformtechniken verursachen zum Teil erhebliche Abweichungen



**Abb. 7** ▲ FINITE Präzisionsmessung durch kontaktlosen Dimensionsvergleich. Abweichungen gegenüber dem Standardmodell sind farblich erkennbar. Vertikalauflösung bis 10 nm. (Mit freundl. Genehmigung von Dr. Gerwin V. Arnetzl)

chungen. So wurde bei analoger Abformung eine Abweichung von 49 µm bei Standardabformung und 122 µm bei Vergleichsabformung festgestellt [4]. Brosky et al. stellten bei Polysiloxan-Abformungen Differenzen von 27–297 µm fest [3]. Die Untersuchungen zu analogen Abformverfahren waren in aller Regel jedoch 2-D-Vermessungen; die neuen Studien zur Abbildungsgenauigkeit von lichtoptischen Verfahren wurden mit 3-D-Volumendifferenzanalysen durchgeführt [1, 6].

Digital bzw. optoelektronisch erzeugte Messaufnahmen wiesen bei unterschiedlichen Behandlern Messgenauigkeiten von 11 µm auf [6, 12]. Die Abweichungen, bezogen auf einen ganzen Quadranten, liegen bei der analogen Abformtechnik zwischen 72 und 101 µm, während die Messfertoleranz bei digitalen Aufnahmen unter Einbeziehung von präzisionssteigernden Winkelaufnahmen in der Größenordnung von 35 µm liegt. Potenzielle Fehlerquellen bieten hierbei die Scannerjustierung, magnetische Störfelder bei der Bildverarbeitung, Bildrauschen und die Software. Diese Daten belegen laut Prof. Arnetzl, dass digital generierte Daten bei korrekter Handhabung von Kamera oder Scanner weniger Fehler und eine größere Präzision aufweisen als die konventionelle Abdrucktechnik mit Elastomeren [1, 2].

Mit den intraoral gewonnenen Datensätzen wird zugleich eine neue Ära der Modellherstellung eingeleitet. Dafür wird aus den Scans der Quadranten oder des Ganzkiefers mit Gegenbiss compu-

Digital generierte Daten weisen bei korrekter Handhabung von Kamera oder Scanner weniger Fehler und eine größere Präzision auf als die konventionelle Abdrucktechnik mit Elastomeren



**Abb. 8** ► Vom Digitalsatz gefertigtes Kunststoffmodell für die zahntechnische Verarbeitung. (Mit freundl. Genehmigung von 3 M Espe)



**Abb. 9** ► Stereolithografisch gefertigtes Arbeitsmodell bei der Artikulation. (Mit freundl. Genehmigung von Sirona)



terunterstützt ein virtuelles Oberkiefer-/Unterkiefermodell errechnet. Dies dient der CAD-Konstruktion der Restauration sowie der Fertigung eines analogen Sägeschnittmodells aus Kunststoff. Dies ist angezeigt, weil die manuelle Verblendung eines CAD/CAM-gefertigten Gerüsts ein Modell erfordert, das die Kontaktposition zum Gegenkiefer und zu den Nachbarzähnen wiedergibt.

Die Datensätze von C.O.S. Lava sowie iTero gehen vom Zahnarzt via Internet an den Systemhersteller, werden dort geprüft und die Fertigung eines Kunststoffmodells ausgelöst (■ **Abb. 8, 9**). Der Zahntechniker hat nach der CAD-Konstruktion der Restauration die Wahl, das Gerüst im Fräszentrum oder im Eigenlabor auszufräsen. Das Kunststoffmodell ist derzeit noch zur Schichtung der Verblendung und zur Artikulation notwendig. Cerec berechnet ebenfalls ein virtuelles Modell; gerüstfreie Kronen und kurzspannige Brücken (Lithiumdisilikat) können direkt vom Datensatz im Praxislabor oder im online-verbundenen ZT-Labor ausgeschliffen werden. Für Verblendkronen und mehrgliedrige Brücken ist ebenfalls ein stereolithografisch gefertigtes oder gefrästes Kunststoffmodell erforderlich, das die Verblendung des Gerüsts sowie die Artikulation ermöglicht.

Die Leistungsfähigkeit einer digitalen Prozesskette lässt sich u. a. mittels der marginalen Passung messen. Als klinisch akzeptabel, ermittelt an konventionell hergestellten Kronen, gelten marginale Diskrepanzen von 100–120 µm [9, 11]. PD Dr. Sven Reich, Prothetiker am Universitätsklinikum der RWTH Aachen, trug eigene Messdaten von CAD/CAM-gefertigten Kronen vor (Referat DGCZ-Symposium Hamburg, Sept. 2011), die auf der Basis von intraoralen, optischen Digitalabformungen sowohl mit Lava C.O.S. (3 M Espe) und Cerec AC (Sirona) erstellt wurden. Die marginale Passung

**Das Kunststoffmodell ist derzeit noch zur Schichtung der Verblendung und zur Artikulation notwendig**



der Kronen erreichte mittlere Werte von ca. 50  $\mu\text{m}$  bzw. 80  $\mu\text{m}$ . In einer Studie, bei der die optoelektronische Abbildung der Präparationsgrenze mit doppelten Retraktionsfäden (Größe 1 und 2) vorbereitet wurde, betrug der Randspalt durchschnittliche  $33 \pm 16 \mu\text{m}$  (Lava C.O.S.; [18]).

### Fazit für die Praxis

- Insgesamt bieten die optoelektronischen Intraoralabformsysteme ein großes Zukunftspotenzial.
- Die Prozesskette, begonnen mit der Abformung bis zur Gerüstherstellung, ist exakt reproduzierbar.
- Aufgrund der Vorteile in Bezug auf Standardisierung, Qualitätssicherung und Patientenkomfort wird die digitale Intraoralabformung in den kommenden Jahren immer zahlreicher im zahnärztlichen Alltag anzutreffen sein.
- Die damit geschaffenen Datensätze vereinfachen im Online-Datenaustausch die Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker, unabhängig von der Entfernung.
- Ergänzende Fazialfotos, Angaben zur Zahnfarbe, Individualisierung, zum Werkstoff, zum Okklusionskonzept etc. können angehängt werden.
- Das alles geschieht ohne konventionelle Abformung mit Würgereiz, ohne Wachs-biss, ohne Gipsmodell.

### Korrespondenzadresse

#### M. Kern

Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e. V.  
76255 Ettlingen  
kern.ag-keramik@t-online.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

#### Literatur

Das Literaturverzeichnis finden Sie online unter: [springerzahnmedizin.de/wissen-kompakt](http://springerzahnmedizin.de/wissen-kompakt)

# CME-Fragebogen

kostenfreie Teilnahme für Abonnenten  
und FVDZ-Mitglieder

Bitte beachten Sie:

Es ist immer nur eine Antwort möglich.

Antwortmöglichkeit – nach vorheriger Registrierung unter [www.fvdz.de](http://www.fvdz.de) – nur online unter [springerzahnmedizin.de](http://springerzahnmedizin.de)

Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.

**?** In welchem Wellenlängenbereich liegt das von der Aufnahmeeinheit Cerec Bluecam verwendete kurzwellige Blaulicht?

- 380 nm
- 420 nm
- 520 nm
- 585 nm
- 650 nm

**?** Welche der folgenden Aussagen über die unterschiedlichen Scanvorgänge bei der optischen Abformung trifft zu?

- Der iTero-Scanner erfasst die Zahnform durch die Bewegung einer Videokamera über die Zähne.
- Beim CEREC-System werden die Zahnreihen als 3-D-Videoaufnahme aufgezeichnet.
- Das C.O.S. Lava fertigt Einzelaufnahmen der Zähne an, die durch Matching zu einem Quadranten zusammengerechnet werden.
- Die Cerec Bluecam nutzt als Aufnahmeeinheit das konfokale Messprinzip und projiziert Laserlinienmuster mit einer Laufzeitanalyse auf das Messobjekt.
- Der iTero-Scanner nutzt zur Erfassung das konfokale Messprinzip und arbeitet mit der Laser-Triangulation.

**?** Die Scangenaugigkeit von Cerec Bluecam und C.O.S. Lava entspricht – laut Prof. Wöstmann – einer konventionellen...

- Polyvinylsiloxan-Abformung.
- Alginate-Abformung.
- Polysulfid-Abformung.
- Polyether-Abformung.
- Vinylsiloxanether-Abformung.

**?** Welcher der folgenden Punkte zählt *nicht* zu den Vorteilen der Scanverfahren?

- In den meisten Fällen Wegfall der Modellherstellung.
- Infragingivale Präparationen lassen sich einfach darstellen.
- Die Auswahl des Abformlöffels entfällt.
- Das Anmischen einer Abformmasse erübrigt sich.
- Das Abwarten von Abbinde- und Desinfektionszeiten wird hinfällig.

**?** Wie viel Prozent Rückstellung weist laut Artikel eine konventionelle Abformung nach Verformung auf?

- 88,5%
- 91,5%
- 98,5%
- 99,5%
- 99,9%

**?** Am Universitätsklinikum der RWTH Aachen wurden CAD/CAM-gefertigten Kronen untersucht, die auf der Basis von intraoralen, optischen Digitalabformungen sowohl mit C.O.S. Lava (3 M Espe) und Cerec AC (Sirona) erstellt wurden. Welche mittleren Werte für die marginale Passung konnten dabei erreicht werden?

- 10–30 µm
- 20–40 µm
- 30–50 µm
- 50–80 µm
- 100–120 µm

**?** Wie viele vertikale Ebenen erfasst der iTero-Scanner?

- 100
- 200

- 250
- 300
- 350

**?** In einer Studie an der Universität Zürich wurde die Abformgenauigkeit von intraoral generierten Ganzkiefer-Datensätzen in vitro geprüft. Wie viel Differenz zeigte das Blaulicht-erzeugte Modell?

- 49 µm (± 14,2 µm)
- 55 µm (± 21,8 µm)
- 33 µm (± 16 µm)
- 40 µm (± 21 µm)
- 69 µm (± 25 µm)

**?** Aus den digital gewonnenen Daten können durch verschiedene Verfahren Modelle hergestellt werden. Welches Material wird beim stereolithographischen Verfahren verwendet?

- Gips
- Wachs
- Acrylat
- Silikon
- Zirkoniumdioxid

**?** Welche der folgenden Fehlerquellen entfällt bei der digitalen Abformung?

- Scannerjustierung
- Magnetische Störfelder bei der Bildverarbeitung
- Bildrauschen
- Software
- Mischverhältnis der Abformmasse

Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf [springerzahnmedizin.de](http://springerzahnmedizin.de) verfügbar. Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter [springerzahnmedizin.de](http://springerzahnmedizin.de)



Mitmachen, weiterbilden und CME-Punkte sichern durch die Beantwortung der Fragen im Internet unter [springerzahnmedizin.de](http://springerzahnmedizin.de)

## **G.V. Arnetzl, M. Kern: Dental wird digital**

### **Literatur:**

1. Arnetzl G.: Optische versus konventionelle Abformung. Wie präzise sind die Methoden? ZMK 26, 5 (2010) Spec. Vol., 19-24.
2. Arnetzl G.: Nie mehr in den Löffel beißen? Optische Abformung verdrängt konventionelle Methoden. Dental World 5 (2009), 2-3.
3. Brosky M.E., Major, R.J., DeLong, R. et al.: Evaluation of dental arch reproduction using three-dimensional optical digitization. J Prosthet Dent (2003), 90, 434-440.
4. Cox J.R., Brandt R.L., Hughes H.J.: A clinical pilot study of the dimensional accuracy of double-arch and complete-arch impressions. J Prosthet Dent 87 (2002), 510-515.
5. Da Costa J.B., Pelogia F., Hagedorn B., Ferracane J.L.: Evaluation of different methods of optical impression making on the marginal gap of onlays created with Cerec 3D. Oper Dent 35, 3 (2010), 324-329.
6. Ender, A., Mehl, A.: Full arch scans. Conventional vs. digital impressions – an in-vitro study. Int J Comp Dent 14 (2011), 11-21.
7. Güth J.F., Edelhoff D.: Intraorale digitale Erfassung – der logische Einstieg in die CAD/CAM-Fertigungskette. Quintessenz ZT 35, 9 (2009), 1156-1166.
8. Hirayama H., Chang Y.C.: Fit of zirconia copings generated from a digital impression technique and a conventional impression technique (master's thesis). Boston, USA: Tufts University School of Dental Medicine (2010).
9. Holmes, J.R., Sulik, W.D., Holland, G.A., Bayne, S.C.: Marginal fit of castable ceramic crowns. J Prosthet Dent (1992), 67 (5), 594-599.
10. Lehmann K.M., Zettel R., Gente M.: Die Paßgenauigkeit von Gusskörpern in Abhängigkeit von Abformung und Modell sowie gusstechnischen Parametern. Dtsch Zahnärztl. Z 43 (1988), 473-476.
11. McLean, J.W., Fraunhofer, J.A.: The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. Br Dent J (1971), 3, 131 (3), 107-111.
12. Mehl A., Ender A., Mörmann W., Attin Th.: Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. Int J Comp Dent 12 (2009), 11-28.
13. Plekavich E., Joncas J.M.: The effect of impression-die systems on crown margin. J Prosthet Dent 49 (1983), 772-776.
14. Seelbach, P.: Digitale Abformverfahren in der zahnärztlichen Praxis. ZMK 26, 10 (2010), 580-584.



15. Syrek A., Reich G., Ranftl D., Klein C., Cerny B., Brodesser J.: Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. J Dent (Elsevier) 38 (2010), 553-559.

16. Trifkovic B., Todorovic A., Lazic V., Draganjac M., Mirkovic N., Jokic B.: Accuracy of optical scanning methods of the Cerec 3D system in the process of making ceramic inlays. Vojnosanit Pregl 67, 10 (2010), 812-818. PMID 21066873.

17. Straumann: iTero-Dokumentation (2011).

18. Wöstmann B., Seelbach P.: Intraorale Scansysteme für die digitale Abformung. ZWR 120 (2011), 11, 598-599.

---

Redaktion:

Manfred Kern, Wiesbaden - Schriftführung der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde (AG Keramik)

Tel. (0611) 401278, Fax (0611) 405150

eMail: [kern.ag-keramik@t-online.de](mailto:kern.ag-keramik@t-online.de)