

M. Müller<sup>1</sup>, S. Trützscher<sup>2</sup>

# Optische Abformung im Rahmen von Kronenversorgungen im Seitenzahnggebiet – Erfahrungsbericht



M. Müller

*Optical scan of all-ceramic crowns on  
side molars – case report*

**Einleitung:** Die Verarbeitung von Zirkondioxid-Keramiken bedingt eine computergestützte Arbeitskette. Dabei kann der digitale Prozess mit der optischen intraoralen Datenerfassung starten.

**Material und Methode:** Zusätzlich zur konventionellen Abformung wurde mit Hilfe eines intraoralen Scanners (iTero, Aligntech, San Jose, USA) ein optischer Abdruck genommen. Auf Grundlage der digitalen Daten wurden keramische Gerüste digital konstruiert, gefertigt und nach Anprobe verblendet.

**Ergebnisse:** Der vorgelegte Fallbericht beschreibt das Vorgehen bei der intraoralen digitalen Datengewinnung und Verarbeitung und zeigt das Behandlungsergebnis. Die Vor- und Nachteile dieser Arbeitsweise werden herausgearbeitet. Es konnten zuverlässig passgenaue Keramikronen hergestellt werden.

(Dtsch Zahnärztl Z 2012, 67: 163–168)

*Schlüsselwörter: Optische intraorale Abformung, vollkeramische Kronen*

**Introduction:** Manufacturing of zirconia based all-ceramic crowns requires computer aided design and production. The process can start with the intraoral scan.

**Material and Methods:** With the help of the intraoral scanner (iTero, Aligntech, San Jose, USA) a digital scan was taken, in addition to a conventional impression and cast model. On the basis of the scanning process an all-ceramic framework was digitally constructed and produced and after fitting, the ceramic veneering was applied.

**Results:** This case-report describes the workflow of intraoral digital scanning and production and presents the treatment results. Advantages and disadvantages of this treatment modality are discussed. Well fitting all-ceramic crowns were produced.

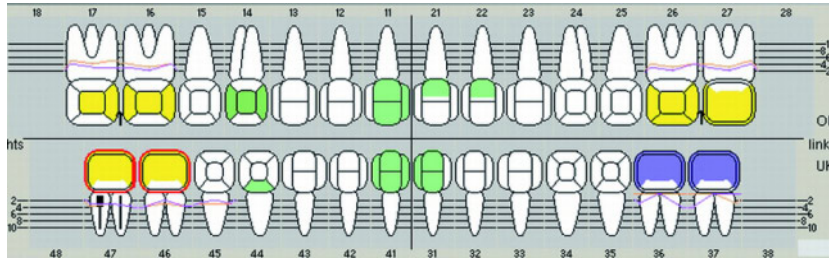
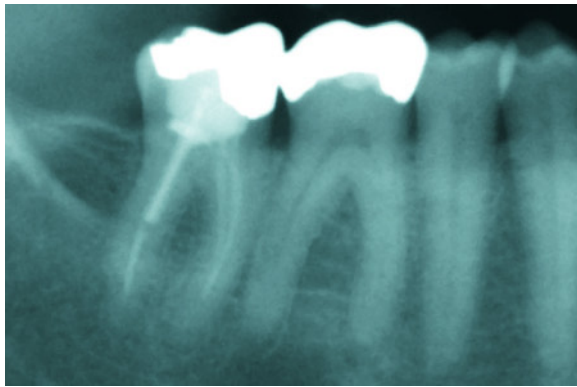
*Keywords: optical intraoral scan, all-ceramic crowns*

<sup>1</sup> Johannisbollwerk 19, 20459 Hamburg

<sup>2</sup> Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Martinistr. 52, 20246 Hamburg

**Peer-reviewed article:** eingereicht: 06.12.2011, revidierte Fassung akzeptiert: 09.02.2012

**DOI** 10.3238/dzz.2012.0163–0168

**Abbildung 1** Dentaler Befund.**Figure 1** Dental examination chart.**Abbildung 2** Ausschnitt aus Panoramascichtaufnahme (OPG/PSA), 46/47 vor der Neuversorgung.**Figure 2** Detail view cropped from the panoramic radiograph (OPG/PSA), 46/47 prior to treatment.**Abbildung 3** Präparierte Zähne 46/47, klinisches Bild.**Figure 3** Teeth 46/47 prepared for full crowns, intraoral view.

## 1 Einleitung

Zahnärztliche Kronen ersetzen kappenartig die natürliche Zahnkrone, entweder als Restauration stark vorgeschädigter Zähne oder als Ankerelement im Lückengebiss [5]. Kronen können aus verschiedenen Materialien gefertigt werden. Unter Berücksichtigung materialspezifischer Kenngrößen sind im Seitenzahngebiet heute verblendete Kronen auf Basis von Zirkondioxid-Gerüsten möglich [6]. Die Verarbeitung dieser Hochleistungskeramiken bedingen ein computergestütztes Design (CAD) und maschinelles Fräsen [1].

Bei der computergestützten Herstellung (CAD/CAM) kann die digitale Prozesskette bereits mit der optischen intraoralen Abformung starten. Die konventionellen Arbeitsschritte (Abformung mit Elastomeren, Gips-Modell-Herstellung und Einscannen dieser im Labor) werden übersprungen. Fehlerquellen im Rahmen der Gewinnung von digitalen Arbeitsgrundlagen werden durch das direkte Vorgehen prinzipbedingt minimiert [2]. Die In-vitro-Untersuchung von *Enders* und *Mehl* vergleicht digitale und konventionelle Abformun-

gen. Die Ergebnisse bezüglich Richtigkeit und Präzision zeigten, dass die digitalen Daten ähnlich genaue Arbeitsgrundlagen schaffen wie ein konventionelles Vorgehen [3].

Unterschiedliche digitale Scan-Systeme sind verfügbar. Die mobilen Systeme bestehen aus einem Rechner, einem Monitor und einer kabelgebundenen Scaneinheit. Die Geräte arbeiten mit verschiedenen optoelektronischen Verfahren. Beim iTero (Aligntech, San Jose, USA) werden die oralen Oberflächen mittels Laserlicht optisch abgetastet und die reflektierten Strahlen konfokal detektiert. Die Firma Straumann (Freiburg, Deutschland) hat die exklusiven Vertriebsrechte in Europa für diesen Scanner. Das System Lava C.O.S. (3M Espe, Neuss, Deutschland) benutzt eine kontinuierliche Videoaufnahme [4] und das Cerec AC System (Sirona, Bensheim, Deutschland) arbeitet mit LEDs und dem Prinzip der Streifenlichtprojektion. Es werden jeweils 3D-Bilder generiert. Dabei benötigen einige Systeme zur Erkennung der Oberflächen eine Vorbehandlung mit Puder (Lava C.O.S. und Cerec) [4]. Das iTero-System arbeitet puderfrei. Die erfassten Datensätze können

vom Zahnarzt, einem Labor oder einem Fräszentrum weiterverarbeitet werden. Vorteile der Fertigung in zentralen Fräszentren sind Fräsgenauigkeit, Qualitätskontrolle und die Bandbreite angebotener Werkstoffe und Rohlings-Größen.

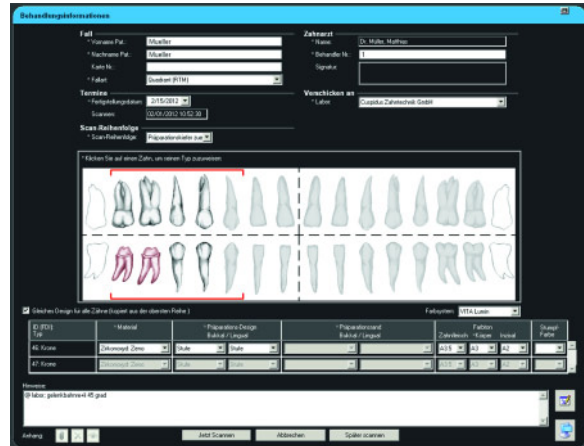
## 2 Falldarstellung

### 2.1 Anamnese, Diagnostik

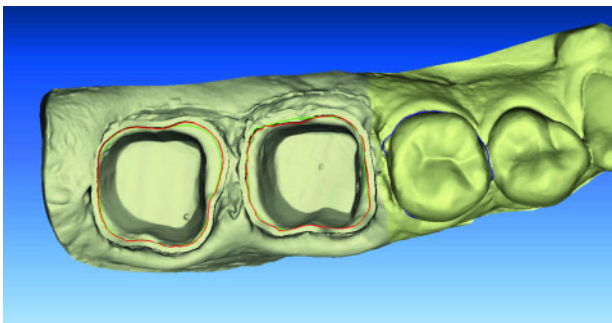
Der 44 Jahre alte, männliche Patient stellte sich im Juni 2011 in der Praxis vor. Die Zähne 46 und 47 hatten an den vorhandenen Restaurationen Sekundärkaries. Neben diesen überkronungsbedürftigen Zähnen ergab die Befundaufnahme ein suffizient prothetisch und konservierend versorgtes adultes Gebiss (Abb. 1). Zahn 46 reagierte vital. Zahn 47 war seit 10 Jahren wurzelkanalbehandelt und trug einen Stiftaufbau. Das Röntgenbild (Abb. 2) zeigte eine reizfreie Situation. Der Patient hatte keine funktionellen Auffälligkeiten, eine gleichmäßige habituelle Okklusion und beidseits eine Front-Eckzahnführung. Die Mundhygiene und die parodonta-



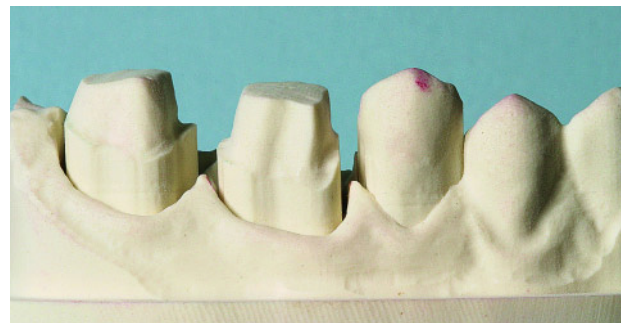
**Abbildung 4** Arbeitshaltung beim oralen digitalen Abdruck.  
**Figure 4** Situation while taking an intraoral digital scan.



**Abbildung 5** Digitales Auftragsformular.  
**Figure 5** Digital order form.



**Abbildung 6** 3D-Modellsituation mit eingezeichneter Präparationsgrenze, nach der Bearbeitung durch das Service-Center.  
**Figure 6** 3-dimensional virtual model with highlighted preparation margins after processing by the service-center.



**Abbildung 7** CAM-Modell, bewegliche Stümpfe 46, 47 sowie Zahn 45 sind aus der gefrästen Alveole angehoben.  
**Figure 7** CAM-model, dies 46, 47 as well as tooth 45 are mobilized from the alveola.

len Verhältnisse waren gut. Geplant wurde die Versorgung mittels vollkeramischer Kronen, die Arbeitsgrundlage für den digitalen Workflow sollte mittels optischer Abformung erstellt werden.

## 2.2 Chronologischer Behandlungsablauf

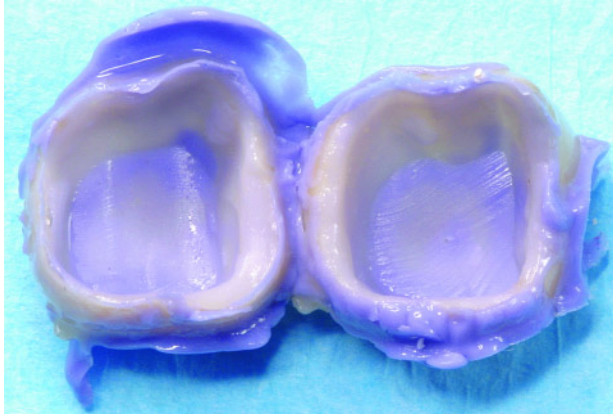
Nach Abschluss der Vorbehandlungen sowie adhäsivem Stumpfaufbau (Core Paste White, DenMat, Santa Maria, USA) wurden die Zähne präpariert. Zur Aufnahme einer vollkeramischen Krone wurde die empfohlene innen abgerundete Stufenpräparation angelegt. Aufgrund geforderter minimaler Schichtstärken war ein okklusaler Substanzabtrag von 1,5 mm nötig [6]. Die Vorbereitungen zur optischen Abformung gleichen denen bei der konventionellen. Optische Scanner erfassen nur

sichtbare Bereiche. Um die Präparationsgrenze sicher darzustellen, wurden getränkte Fäden (Ultrapak Cord 0 und 1, Ultradent, South Jordan, USA) in Doppelfadentechnik gelegt. Der obere Faden wurde vor der Datenerfassung entfernt.

Vor der Aufnahme muss das digitale Auftragsformular ausgefüllt sein (Abb. 5). Der dentale Befund wurde (manuell) übertragen, spätere Manipulationen oder Ergänzungen im Formular sind nicht möglich. Als Scanbereich wurde „Quadrant“ gewählt, alternativ stehen erweiterter Quadrant und voller Zahnbogen zur Auswahl. Es wurde darauf geachtet, dass mindestens der Eckzahn mit im Modell enthalten ist. Beim Scanningvorgang wurde dem auf dem Monitor angezeigten Protokoll gefolgt. Vom präparierten Zahn wurden jeweils 5 bis 10 Aufnahmen angefertigt, mindestens (oral, labial, okkusal und interpro-

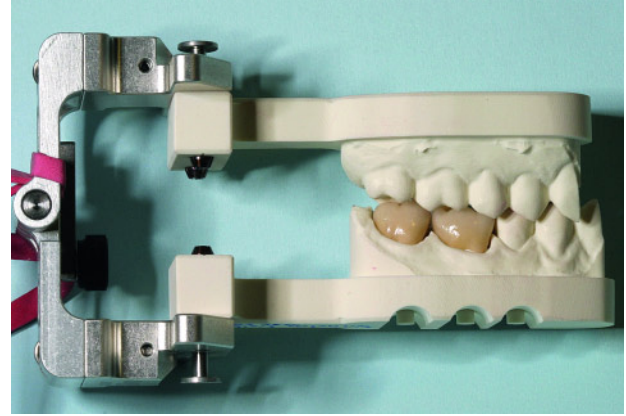
ximale). Von den restlichen Zähnen wird mindestens jeweils ein okkusal-bukkaler und ein okkusal-oraler Scan nötig, dabei hat der Behandler den Monitor im Blick (Abb. 4). Das generierte Live-Videobild erlaubt die Positionierung des Scanners. Eine Überlappung mit dem jeweils vorherigen Bildausschnitt ist nötig, um den Rechenvorgang für die Verbindung der Bilder sicherzustellen. Durch einen anschließenden Scan von lateral werden Ober- und Unterkiefer digital zusammengefügt. Nach dem optischen Abdruck folgten die abschließende Berechnung und die virtuelle Modellerzeugung. Das Ergebnis wird kontrolliert, Details können durch Hinzufügen von Einzelscans und durch Radieren und Nachscannen fehlerhafter Bereiche optimiert werden. Die präparierten Zähne wurden mit direkt gefertigten Provisorien (Luxatemp Star, DMG, Hamburg, Deutschland)





**Abbildung 8** Ergebnis der Passungsprüfung der Gerüste.

**Figure 8** Result of the framework try-in with low viscosity silicon impression material.



**Abbildung 9** iTero Montagehilfe mit eingespannten CAM Modellen sowie fertiggestellten Kronen 46/47.

**Figure 9** iTero occlusal adjustor with CAM-models and finished crowns 46/47.



**Abbildung 10** Okklusale Kontakte vor der Nachbearbeitung.

**Figure 10** Occlusal contacts before adjustment.

versorgt. Der Datensatz wurde via Internet an das Service-Center (Aligntech, San Jose, USA) geschickt, dort bearbeitet und an das Labor und die Praxis zurückgesandt. Abbildung 6 zeigt den so bearbeiteten Scan der Zähne 46 und 47. Die Präparationsgrenze ist markiert und digital freigestellt.

Das Zahntechnische Labor (Cuspidus, Hamburg) definiert die Präparationsränder, ggf. zusätzliche herausnehmbare Zähne und bestellt das subtraktiv hergestellte CAM-Meistermodell aus Polyurethan. Die Konstruktion

des Kronengerüstes erfolgte digital, nach Export der STL-Daten in die 3Shape Design Software (3Shape, Kopenhagen, Dänemark). Alternativ kann die systemeigene Software (Cadent visual 6.2, Aligntech, San Jose, USA) genutzt werden. Die Zirkonoxid-Gerüste wurde mit einem Zeno Fräser (Wieland Dental, Pforzheim, Deutschland) hergestellt. Nach 5 bis 7 Werktagen konnte die Gerüstanprobe vorgenommen werden.

### 2.3 Klinische Prüfung bei Einführung des Verfahrens in der Praxis

Die Bestätigung der in der Einleitung genannten In-vitro-Daten zur Passgenauigkeit steht in-vivo noch aus [3]. Daher wurde, um die Präzision der hergestellten Arbeiten kontrollieren zu können, zusätzlich konventionell abgeformt (Doppelmischtechnik, A-Silikon, R-SI-Line, R-dental, Hamburg, Deutschland). Die keramischen Gerüste wurden auf dem CAM-Modell und dem konventionellen Gipsmodell überprüft und anschließend im Mund anprobiert. Die Gestaltung und Passgenauigkeit wurden mit Hilfe der Lupenbrille visuell geprüft. Die innere Passung wurde mit einem dünnfließenden Silikon (R-SI-Line Light, R-dental, Hamburg, Deutschland) kontrolliert. Abbildung 8 zeigt das gute Ergebnis der klinischen Überprüfung der Passung. Die Passung der Gerüste auf den CAM-Modellen war deutlich schlechter. Es besteht die Vermutung, dass das Gerüst auf der Grundlage der

Scandaten deutlich genauer produziert wurde als das CAM-Modell. Folglich wurden die Modelle an die Gerüste angepasst. Anschließend erfolgte die Verblendung der Gerüste mittels der Verblendkeramik CreationZi (Willi Geller, Meiningen, Österreich). Die Fertigung erfolgte in der Modellmontagehilfe (Abb. 9). Bei der Eingliederung waren keine Korrekturen an den approximalen und zentrischen Kontakten nötig (Abb. 10). Die habituelle Bissituation war digital korrekt erfasst worden. Nach Reinigung wurden die Kronen vorbehandelt (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent, Ellwangen, Deutschland) und unter relativer Trockenlegung adhäsiv eingesetzt (Speedcem, Ivoclar Vivadent). Abbildung 11 zeigt die eingegliederte Arbeit in der lateralen Ansicht.

### 2.4. Ausblicke Behandlungsspektrum mit optischer Abformung

Nach sehr guten klinischen Ergebnissen bei der Kronenherstellung wurde das Anwendungsspektrum erweitert. In gleicher Technik wurden 3 bis 5 gliedrige Brücken hergestellt. Bei deren Abformung ist die Überschneidung der Einzelscans im Bereich Brückenglied besonders wichtig. Auch die Datenerfassung für vollanatomische Rekonstruktionen (Inlays und Teilkronen) gelang sicher. Die digitale Konstruktion durch einen versierten Techniker und anschließende zentrale Fräsung aus Lithium-Disilikat (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent) ergab passgenaue Werkstücke. Ausblicke zu



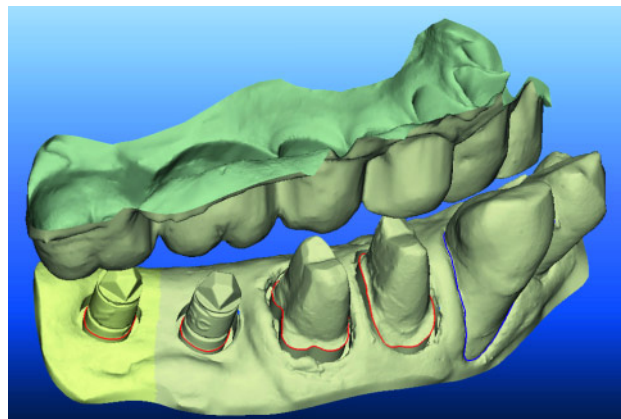
**Abbildung 11** Eingegliederte Kronen 46/47, laterale Ansicht.  
**Figure 11** Final crowns 46/47, lateral view.



**Abbildung 12** Fertigestellte Vollkeramische Brücke, hier gesockelt zum Arbeiten in adjustierbarem Artikulator.  
**Figure 12** All-ceramic bridge, cast mounted in adjustable articulator.



**Abbildung 13** 2 Inlays im CAD/CAM-Modell.  
**Figure 13** 2 Inlays on CAD/CAM model.



**Abbildung 14** Optischer Scan von Zähnen und Scan-Bodies für Implantate für die Rekonstruktion mit 4 Einzelkronen.  
**Figure 14** Optical scan of teeth and scan bodies for implants for the reconstruction with 4 single crowns. (Abb. 1–14: M. Müller)

diesen Behandlungsmöglichkeiten sind in Abbildung 12 und 13 dargestellt. Für die sichere Modellzuordnung bei ausgedehnten prothetischen Rekonstruktionen wurde ein größerer Scanbereich gewählt. Die Verblendung der Gerüste kann bei anspruchsvollen Bissituationen mit gesockelten Modellen im adjustierbaren Artikulator durchgeführt werden.

Es besteht außerdem die Möglichkeit, Implantate optisch abzuformen. Das Ergebnis eines solchen Scans ist in Abbildung 14 zu sehen. Dazu werden mehrteilige Scan-Körper (Straumann, Freiburg, Deutschland) in die Implantate geschraubt. Systemfremde Implantate können (noch) nicht integriert werden. Der Fertigungsprozess begann mit der Konstruktion des individuellen Abut-

ments. Modelle mit Implantat Analoga und Abutment wurden bestellt. Das Abutment muss anschließend im Mund oder vom Modell erneut für die Kronenrekonstruktion gescannt werden.

### 3 Diskussion

Mittels der optischen Abformung (iTero, Aligntech) lassen sich in der Praxis passgenaue Kronen herstellen. 2010 wurde von Syrek et al. die klinische Passung vollkeramischer Kronen untersucht. Zwei Kronen vom selben Zahn wurden hergestellt, konventionell und optisch abgeformt. Beim optischen Verfahren wurde das Lava C.O.S.-System (3M Espe, Neuss) benutzt. Die Randpassung der Kronen, die mit Hilfe optischer Abdrü-

cke hergestellt wurden, war signifikant besser [7].

Ein wesentlicher Vorteil der optischen Abformung ist die direkte Kontrollmöglichkeit des Ergebnisses am Monitor. Gegebenenfalls kann selektiv nachpräpariert oder nachgescannt werden. Die genaue Analyse kostet zusätzliche Zeit, garantiert aber die Gewinnung sehr exakter Arbeitsunterlagen. Etwaige Zusatztermine wegen Abformfehlern oder Nachpräparationen entfallen. Auch der Patient kann die Arbeitsschritte am Monitor verfolgen. Es entsteht eine hohe Prozesstransparenz mit dem direkt sichtbaren Arbeitsergebnis.

In der Praxis kommt die beworbene Zeitersparnis nicht zum Tragen. Für die vollständige Darstellung (ggf. mit Nachscannen) einer Kieferhälfte mit 2 Prä-

parationen werden circa 15 min benötigt. Die schwere, kabelgebundene Kamera ist diffizil zu positionieren, aber alle notwendigen Bereiche sind erfassbar. Die Optik wird durch einen kontinuierlichen Luftstrom von Beschlägen frei gehalten, was Mundschleimhäute und präparierte Stümpfe merklich trocknet.

Es werden aktuell durch die optischen Abformverfahren noch nicht alle Indikationsbereiche abgedeckt. Lange unbezahnte Kieferabschnitte und ausgeprägte Unterschnitte stellen Limitationen dar. Komplexe Arbeitsschritte, wie Überabformungen und Abformungen für schleimhautgetragenen Zahnersatz, können nicht durchgeführt werden. Hier muss auf die konventionelle Abformtechnik ausgewichen werden.

Das Arbeiten mit digitalen Datensätzen und CAM-Modellen erfordert vom Zahnarzt und Zahntechniker ein Umdenken. Unter anderem zeigen sich

nachfolgende Aspekte: Die Präparationsgrenze am CAM-Modell wird anders wiedergegeben, als im Gipsmodell (siehe Abb. 7). Im Scan nicht erfasste Bereiche werden für die Herstellung der CAM-Modelle interpoliert. Details können nur bis zum Umfang der kleinsten Fräsen wiedergegeben werden. Die digitale Konstruktion von Werkstücken fordert Übung und erzwingt die Einhaltung von materialtechnischen Vorgaben. Die Konstruktion verschiedener Werkstücke auf einem Modell nebeneinander oder gegeneinander ist nicht in jeder Software möglich.

Die Verarbeitung der Daten durch das Service-Center ist nicht transparent, bedarf zusätzlicher Zeit und entzieht dem Anwender die Originaldaten. Die erhobenen Rohdaten stehen nicht zur systemoffenen Weiterverarbeitung zur Verfügung. Erst der bearbeitete zurückgesandte Datensatz kann exportiert werden.

Mit einem Listenpreis von ca. 35.000,00 € ist das Gerät in der Anschaffung sehr teuer. Für die Bearbeitung der Daten und Scanhülsen fallen weitere Kosten an. Ein Wirtschaftsprüfer benennt die Kosten mit ca. 45,00 € pro Abformung [8]. DZZ

**Interessenkonflikt:** Der Autor/die Autorin erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht. Der Autor *Matthias Müller*: Vortragstätigkeit gegen entsprechendes Honorar für die Firma Straumann bei ITI-Studiengruppe und Hamburger Kollegenkreis in 2011.

#### Korrespondenzadresse

Dr. Matthias Müller  
Johannisbollwerk 19  
20459 Hamburg  
E-Mail: praxis@dr-m-mueller.com

## Literatur

1. Armetzl G: Optische versus konventionelle Abformung. Wie präzise sind die Methoden? ZMK 26, 19–24 (2010)
2. Armetzl G, Kern M: Digitalisierung standardisiert die Prozesskette. Dtsch Zahnärztebl 120, 440–447 (2011)
3. Ender A, Mehl A: Full arch scans: conventional versus digital impressions – an in-vitro study. Int J Comput Dent 14, 11–21 (2011)
4. Kachalia P, Geissberger M: Dentristry a la Carte: In-office CAD/CAM Technology. J Calif dent assoc 38, 323–330 (2010)
5. Lehmann K, Hellwig E: Einführung in die restaurative Zahnheilkunde. Urban & Schwarzenberger, München 1998
6. Rinke S: Vollkeramik – Ein Praxiskonzept. Quintessenz Verlag, Berlin 2012
7. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J: Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. J Dentistry 38, 553–559 (2010)
8. Wiedhüner et al: Bericht über die Untersuchung zur Wirtschaftlichkeit digitaler Abformsysteme. Sirona Dental, Lahr 2010