

Der rasanten Entwicklung der computergestützt gefertigten Restauration kann man sich weder als Zahnarzt noch als Zahntechniker entziehen. Die digitalisierte Zahnmedizin rückt immer mehr in den Mittelpunkt unseres täglichen Handelns in der Praxis bzw. im Dentallabor. Lag in den letzten Jahren die Herausforderung in der CAD/CAM-Fertigung von Zahnersatz in gleicher bzw. besserer Qualität verglichen mit den konventionellen Techniken, versuchen wir zukünftig, die digital vorhandenen Daten zu kombinieren (DVT, Okklusionsdaten, intraoraler Scan, Gesichtsscan, Farbmessdaten, Kiefergelenkaufzeichnungen usw.) und Zahnersatz ohne Modelle herzustellen.



## Möglichkeiten und Chancen der digitalen Zahnmedizin 3.0

Dr. med. dent. Karsten Kamm

Die Etablierung computergestützter Herstellungsverfahren hat in den vergangenen Jahren im Bereich der prothetischen Zahnmedizin zu einem Wandel der Versorgungskonzepte geführt. Neben neuartigen Fertigungstechniken stehen dabei insbesondere innovative Materialien im Fokus (Abb. 1). Mehrere In-vitro-Untersuchungen (Abduo und Lyons, 2013; Abduo, 2012) belegen heute die hervorragende Passgenauigkeit von CAD/CAM-gefertigten Konstruktionen. Festsitzende implantatgestützte prothetische Versorgungen zeigen für Suprakonstruktionen hohe Überlebensraten (Jung et al., 2012; Pjetursson et al. 2012). Parallel zeigte die Auswertung dieser Studien jedoch,

dass vermehrt technische Komplikationen aufgetreten sind. So stellte sich u. a. eine hohe Inzidenz für Verblendkeramikfrakturen (Chipping 66 %) heraus. Das Versagen der Verblendkeramik bildet immer mehr die Hauptkomplikationsrate vollkeramischer Restaurationen mit Zirkondioxidgerüsten auf implantatgetragenen Zahnersatz. Durch den digitalen Workflow rücken monolithische Materialien in den Vordergrund. Hierbei kann auf die zusätzliche Modellherstellung verzichtet werden, da die notwendige Verblendung nicht zwingend nötig ist. Die Herstellung dieser monolithischen Materialien erfolgt zumeist aus Glaskeramiken (LS2/ZLS) (Guess et al.; 2011), transparentem

Zirkonoxid (Pröbster et al., 2012) und Hochleistungspolymeren (Güth et al., 2012). Komplexe okklusale Strukturen können am Computer mittlerweile patientenindividuell gestaltet werden, wobei gleichzeitig funktionelle Voraussetzungen des Patienten in einen virtuellen Artikulator eingezogen werden können. Die Entwicklung des Zirkonmaterials geht immer weiter in die Richtung super hochtransluzentes Zirkonoxid (SHT Amann Girrbach, Prettau Anterior Zirkonzahn). Die bereits vorhandenen Zahndatenbanken können dabei individuell über eine Software modifiziert und durch einen virtuellen Artikulator verschiedene Okklusionskonzepte realisiert werden.

metallische Werkstoffe	Keramiken	Polymere
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Titan</li> <li>– CoCrMb: gefräst, lasergesintert, Sintermetall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Feldspatkeramik</li> <li>– Oxidkeramik (Zirkumdiooxid)</li> <li>– Infiltrationskeramik</li> <li>– Glaskeramik: Lithiumdisilikat LS2 (e.max), leuzitverstärkte Glaskeramik (Empress), zirkonverstärktes Lithiumsilikat ZLS (Celtra Duo/Suprinity)</li> <li>– Hybridkeramik (Enamic)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– PMMA</li> <li>– PEEK</li> <li>– Resin Nano Keramik (Lava Ultimate)</li> </ul>

Abb. 1: CAD/CAM-Materialien.

Die Auswahl von natürlich zueinanderpassenden Ober- und Unterkiefern ist die Voraussetzung dafür, dass Ober- und Unterkiefer perspektivisch von der Modelliersoftware automatisch in Okklusion gesetzt werden können. Zukünftig lassen sich so beispielsweise bei Totalprothesen oder Ober- und Unterkieferrestorationen ganze Bibliotheken in Okklusion im Mundraum platzieren.

Wird die Zahnbibliothek mit einem 3-D-Gesichtsscanner oder mit 2-D-Bildern kombiniert, können Patienten und Zahnärzte eine patientenindividuelle Vorschau auf die finale Arbeit erhalten.

Es stehen uns heute eine Reihe von monolithischen Materialien zur Verfügung, die hervorragende optische Eigenschaften aufweisen und im hohen Maße transluzent und ästhetisch sind. Mittlerweile erreichen die weiterentwickelten Zirkonkeramiken (Abb. 5) vergleichbare optische Eigenschaften wie Glaskeramiken bei höheren physikalischen Werten. Es sind nun Transluzenzbereiche erreichbar, die einen unverblendeten Einsatz unter ästhetischen Aspekten problemlos möglich machen. Auch wenn klinische Langzeitergebnisse für zahlreiche aktuelle Versorgungskonzepte noch ausstehen, wird deutlich, welch hohes Potenzial innovative Materialien der prothetischen Zahnmedizin bieten.

Transluzentes Zirkon weist lediglich einen leicht reduzierten  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Anteil auf, um die Eigenschaften der Lichttransmission zu optimieren.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ist einerseits für die Opazität des Materials mitverantwortlich, andererseits aber auch notwendig, um die Hydrolysebeständigkeit zu verbessern und somit das Material widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse zu machen. Auf die physikalischen Eigenschaften des Materials und mithin auch für die wichtige Langzeitstabilität hat die Sintertemperatur einen entscheidenden Einfluss. Dieses transluzente Zirkon wird mit gleicher Temperatur wie konventionelles Zirkon gesintert, mit  $1.450^\circ\text{C}$ . Entsprechende Studien belegen die daraus erwachsenden Vorteile. (Stawarczyk B. et al., 2012/2013). Das  $\text{Al}_2\text{O}_3$  liegt im Bereich der Korngrenzen sehr homogen und fein verteilt vor, was zu einer höheren Transmission des Lichts führt und das Material auch für

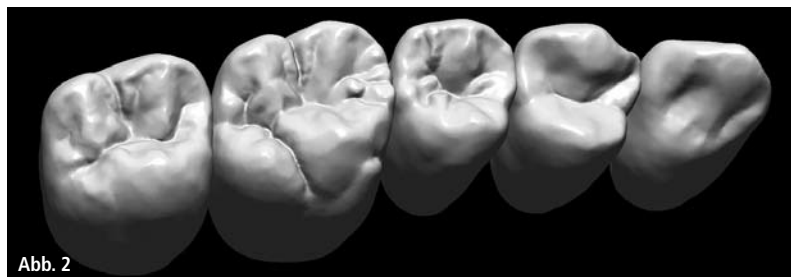


Abb. 2

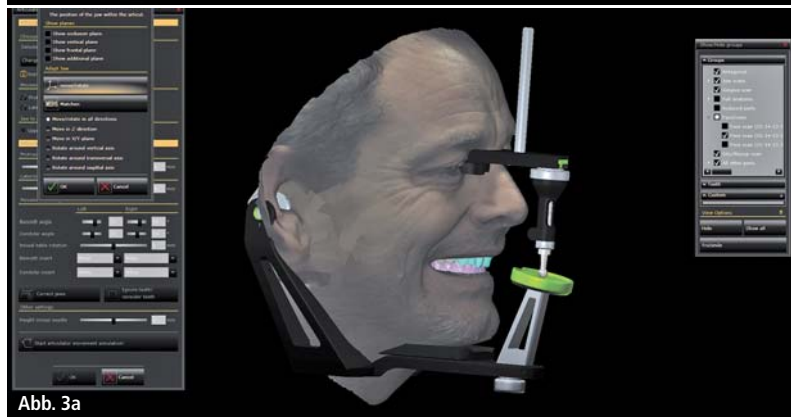


Abb. 3a

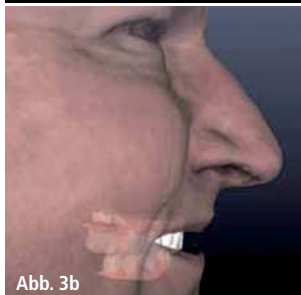


Abb. 3b



Abb. 4

**Abb. 2:** Zahndatenbank. – **Abb. 3a und b:** 3-D-Gesichtsscanner. – **Abb. 4:** 2-D-Bild mit Wax-up.

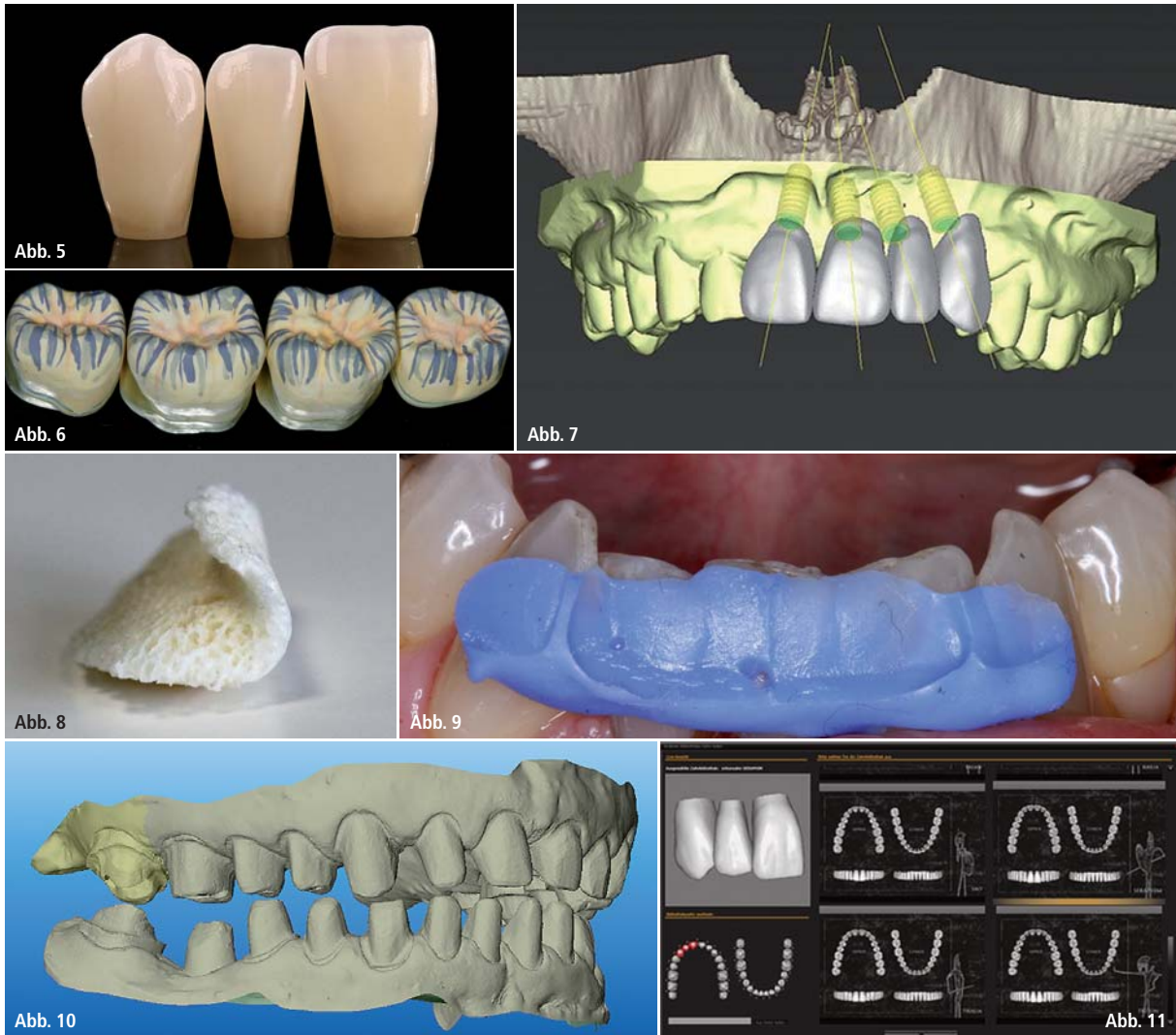
monolithischen Zahnersatz anwendbar macht. Aufgrund der rasanten Entwicklung im Bereich der CAD/CAM-Technologien bieten sich neue Möglichkeiten hinsichtlich der Planung und Konstruktion der für Zahnersatz benötigten Teile. Besonders stark ist dieser Entwicklungsschub an den ständigen Erweiterungen der in der Software integrierten Tools zu erkennen. Diese haben sich stark weiterentwickelt und orientieren sich immer mehr an den Bedürfnissen und Wünschen der Anwender. Dies ist u. a. ein Grund dafür, warum sich heute fast alle für eine Restauration benötigten Teile mithilfe der CAD/CAM-Technik und CAD/CAM-gestützt aus Zirkonoxid fertigen lassen.

Gefragt ist ein individuelles Farbkonzept

Um den heutigen Ansprüchen an die ästhetische Wirkung gerecht zu werden,

reicht ein transluzenter Werkstoff allein nicht aus. Zur Erzielung einer unveränderten hohen Transluzenz und gleichzeitig einer aus der Tiefe heraus wirkenden natürlichen Farbgebung wurden die bestehenden Färbetechnologien optimiert. Der Anwender kann somit zwischen der schnellen monochromatischen und der zeitaufwendigeren, abgestuften, aber ästhetischen Einfärbung wählen. Spezielle Biofarbpigmente machen jeden Pinselstrich vor dem Sintern nachvollziehbar.

Mittels Backward Planning ist es möglich, schon vor der chirurgischen Phase prothetische Aspekte in die Planung einfließen zu lassen. Die Implantate werden so genau an der Stelle inseriert, an der sie prothetisch gebraucht werden. Man matcht DICOM-Daten (DVT) mit einem intraoralen Scan (STL-Daten) und einem virtuellen Wax-up. (Abb. 7). Selbst Knochenblöcke können heute mittels CAD/CAM-Technologie geplant und hergestellt werden.



**Abb. 5:** Transluzentes Zirkon. – **Abb. 6:** Biofarbpigmente. – **Abb. 7:** Datenmatching DICOM und STL. – **Abb. 8:** Individuelle Planung und Herstellung des Knochentransplantats. – **Abb. 9:** Festlegung der Bissituation nach Schienentherapie. – **Abb. 10:** Full-Arch-Scan. – **Abb. 11:** Zahnbibliothek.

### Ablauf einer vollkeramischen monolithischen Restauration: Funktionelle Vorbehandlung

In den meisten Fällen unserer Full-Arch-Restaurationen ist eine funktionelle Vorbehandlung notwendig. Hierbei werden Bissebenen und Lagebeziehungen der Kiefer zueinander festgelegt. In vielen Fällen wird der Biss dabei angehoben. In enger Zusammenarbeit mit Physiotherapeuten wird die sog. komfortable, angenehm empfundene „Homeposition“ für den Patienten eingestellt. Der Patient soll



**Abb. 12:** Virtuelles Wax-up.

sich in dieser Position „zu Hause fühlen“. Diese Position ist muskulär ausbalanciert, funktionell angepasst und zentrisch adjustiert. Gesichert wird diese Bissposition durch eine Positionierungsschiene im Unterkiefer. Diese Position (Abb. 9) lässt sich durch Checkbisse für den späteren Funktionsscan festhalten.

### Digitales intraorales Scannen

Durch diese neue Form der digitalen Abdrucktechnik lässt sich die Effizienz der Behandlung noch weiter erhöhen. Es kann direkt am Bildschirm eine Kontrolle der Präparationsgeometrie erfolgen (Präparationsgrenze, Höhe, Einschubrichtung). Fehler können direkt analysiert werden und es erfolgt eine Korrektur direkt im Mund im Präparationsbereich (Abb. 10). Ein erneuter

Scan benötigt nur diese Korrekturen. Durch immer bessere Datenbankenstrukturen und Rechenleistungen lassen sich auch funktionelle Okklusionen mithilfe der CAD/CAM-Technik realisieren. Ziel ist eine Kauflächengestaltung mit allseitigen, gleichseitigen und gleichmäßigen Kontakten aller Seitenzähne. Das Kauflächenrelief des Zahnes wird aus einer Zahndatenbank regeneriert und lässt sich im Vergleich mit den Nachbarzähnen anpassen. Grundsätzlich muss der Bibliotheks Zahn nicht eins zu eins übernommen werden, gerade wenn es noch natürliche Zahnschubstanz gibt, die erhalten werden soll und zum Beispiel nur die Kaufläche eines Zahns abradert ist. In einem solchen Fall kann die zu erhaltende Zahnschubstanz über das virtuelle Situationsmodell mit den Bibliotheks zähnen kombiniert werden.

## Visualisierung

Die CAD-Konstruktion kann heute mit einem Gesichtsscan (u. a. priti®mirror, Face Hunter, Dental Wings) visualisiert werden. Vielversprechender, weil wenig aufwendig, erscheint aber das Matching mit Bildern von Patientengesichtern (3Shape Smile Composer®). Dadurch ist eine individuelle Vorher-Nachher-Darstellung von dem zu erzielenden Lächeln möglich (Abb. 12). Ein ästhetisches, virtuelles Wax-up lässt sich realistisch in Patientenfotos einfügen und im Real-Time-Modus bearbeiten. Dadurch kann mit dem Patienten zusammen sein eigenes Lächeln individuell konstruiert werden.

## Guided Surgery

Wir arbeiten in unserer Praxis mit dem offenen System coDiagnostiX. Dies bedeutet einen voll integrierten, geführten chirurgischen Arbeitsablauf. Es ist eine interaktive Prothetik- und Implantatpla-



Abb. 13

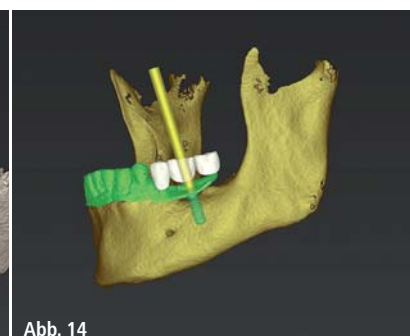


Abb. 14



Abb. 15



Abb. 16

Abb. 13–16: Matching.

nung möglich (Abb. 13). Es sind keine Scanschablonen für die Erstellung der digitalen Bohrschablone mehr notwendig. Basierend auf den gewünschten

Kronendesigns und der Kronenposition kann das Implantat platziert werden. Dies passiert in Übereinstimmung mit der klinischen Situation wie der Kno-

ANZEIGE



44. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft  
Dentale Technologie e.V.

4.–6. Juni 2015  
K3N-Stadthalle Nürtingen

# Digitale Prozesskette – Probleme und Lösungen. Was können neue CAM-Materialien?



Dr. M. von Bistram

Dr. M. Hopp

ZTM H.-D. Kraus

Prof. Dr. J. Setz

Dr. D. Hellmann

ZTM R. Gläser

ZTM O. Heinzmann

### Praxisorientierte Vorträge

zu den Themen:

- 1) „Digitale Prozesskette – Probleme und Lösungen.“
- 2) „Was können neue CAM-Materialien?“

### Kostenlose Workshops

am Donnerstag, 4. Juni 2015,  
(Einzelheiten über Themen und  
Anmeldung auf Anfrage)

Organisatorische Änderungen vorbehalten.

### Informationen

Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie e.V.  
Hartmeyerstraße 62, 72076 Tübingen  
Telefon 07071 | 967696, Telefax 07071 | 967697  
info@ag-dentale-technologie.de  
[www.ag-dentale-technologie.de](http://www.ag-dentale-technologie.de)



**Abb. 17:** Anprobe. – **Abb. 18:** Monolithisches Zirkon – 1 Jahr in situ. – **Abb. 19:** Monolithische Arbeit im Ober- und Unterkiefer. – **Abb. 20:** Monolithisches Zirkon. – **Abb. 21:** Monolithisches Lithiumdisilikat.

### Workflow im Überblick

#### 1. In der Praxis

- Erfassung der Gesichtsphysiognomie des Patienten mit dem Gesichtsscanner (optional) oder die Aufnahme konventioneller Fotoaufnahmen
- Erfassung der patientenindividuellen Ebenen
- Intraoraler Scan oder konventioneller Abdruck
- Ermittlung funktioneller Parameter „Homeposition“
- Gesichtsbogen bei konventioneller Abdrucknahme

#### 2. In der Praxis oder im Labor

- Weiterverarbeitung der STL-Daten des intraoralen Scans in der CAD-Software
- Alternativ: Modellherstellung und Modell-Scan
- Modellanalyse, Ermittlung von Kauzentrum und Mittellinie usw.
- Positionierung der OK/UK-Modelle im physischen Artikulator

#### 3. Im Labor

- Einscannen der einartikulierten Modelle mit dem Scanner
- Übertragung auf den virtuellen Artikulator in der Modellersoftware
- Import und Matchen der Situation mit Gesichtsscans oder Porträtfotos
- Virtuelle Gestaltung der Restauration in der Modellersoftware

chensituation, der Position der Nerven und der Weichteilsituation. Die Weichteilsituation wird über den intraoralen Scan eingefügt. Mit diesen Informationen können kostengünstige Bohrschablonen vor Ort hergestellt werden (3-D-Druckschablone). Die 3-D-Volumendaten aus dem DVT-/CT-Gerät werden mit einem Oberflächenscan kombiniert. Erstellen lassen sich solche Oberflächenscans beispielsweise mit einem Intraoralscanner (iTero® von Align Technology) oder einem Modell-/Abdruckscanner. Der Export der präoperativen Planungsdaten aus coDiagnostiX macht die Gestaltung und Erstellung von präoperativen Provisorien möglich.

### CAD/CAM-Konstruktion und Materialauswahl

Wir sind heute in der Lage, den kompletten Workflow von der Planung (Abb.14) bis zur fertigen monolithischen Zirkonarbeit (Abb. 19) komplett digital auszuführen. Aufgrund unserer praxis-spezifischen Ausrichtung wurden bei uns im Eigenlabor im letzten Jahr zu über 60 Prozent monolithische Materialien verarbeitet. Wir verwendeten für unsere Full-Arch-Restaurationen (Abb. 20) transluzentes Vollzirkon, Lithiumdisilikat

(vollanatomische Kronen/Multilayerverfahren) und Hochleistungspolymere. Um funktionelle Probleme auszuschließen, haben wir uns die Möglichkeiten, die die CAD/CAM-Technologie bietet, zunutze gemacht, und fertigen standardisiert bei jeder Arbeit einen Prototyp aus Kunststoff an (Abb. 21), der vom Patienten mehrere Wochen Probe getragen werden sollte. Somit kann der Prototyp auch als Kunststoffprovisorium verwendet werden.

Um die Arbeit mit Keramik verblenden zu können, werden Teile der Front- und Seitenzahnbereiche leicht reduziert. Dieses „Cut-back“ kann je nach Vorliebe entweder manuell oder virtuell in der Modellersoftware erfolgen. Heute ist es aber auch möglich, komplett mit monolithischen Materialien zu arbeiten.

### Kontakt

#### Dr. med. dent. Karsten Kamm

Hans-Bredow-Str. 24  
76530 Baden-Baden  
Tel.: 07221 391020  
info@z-b-b.de  
www.z-b-b.de