

# CAD/CAM-Technik: Aktuelle Bewertung und Zukunftstrends

Hersteller und Experten sind einer Meinung, dass die CAD/CAM-Technik in Zukunft einen entscheidenden Einfluss auf die restaurative Zahnmedizin in Praxis und Labor nehmen wird. Welche Möglichkeiten und Hoffnungen damit verbunden sind und was bereits aktueller Stand ist, erläutert Prof. Dr. Dr. Albert Mehl, Zürich.

Bei dentalen CAD/CAM-Techniken handelt es sich im eigentlichen Sinne um computergestützte Fertigungsverfahren von Zahnrestorationen, bei denen der Modellationsprozess (CAD = Computer Aided Design) und der Herstellprozess (CAM = Computer Aided Manufacturing) elektronisch und in digitaler Form durchgeführt wird. Bildlich gesprochen bedeutet dies, dass das Wachstum durch virtuelle Instrumente am Bildschirm und die Gussanlage bzw. Sinterofen durch die daten-gesteuerte Schleif- bzw. Fräsmaschine ersetzt wird. Voraussetzung für diesen Prozess ist eine genaue dreidimensionale Datenerfassung sowohl der Präparation als auch umliegender Strukturen wie Nachbarzähne oder Antagonisten. Während noch vor acht Jahren zehn Hersteller CAD/CAM-Systeme für den dentalen Markt angeboten haben, hat sich bis heute die Zahl der unterschiedlichen Systeme und Konzepte bis auf über 35 erhöht.

## Aktueller Stand der Chairside-Versorgung

Fasst man nun alle Erfahrungen und die wissenschaftliche Literatur zusammen, so lässt sich im aktuellen Status für die Chairside-Versorgung bezogen auf Einzelzahnrestorationen (Inlays/Onlays/Teilkronen und Kronen aus Keramik) folgende Aussagen machen:

- Passgenauigkeit bei richtiger Indikation und Präparation vergleichbar zur konventionell hergestellten Restauration
- Okklusale Gestaltungsmöglichkeiten im CAD-Prozess vergleichbar zur manuellen Modellation
- Kein Provisorium nötig (Zeitvorteil und Schonung der Restzahnsubstanz bei geschwächten Höckern)
- Materialqualität bei industriell gefertigten Blöcken besser als bei laborgefertigten Restaurationen
- Wirtschaftlichkeit abhängig vom Praxiskonzept, jedoch in den meisten Fällen sehr attraktiv
- Individuelle Farbgebung nur sehr eingeschränkt möglich (spielt eher für den Frontzahnbereich eine Rolle)
- Tiefe, subgingivale Präparationen nicht für intraorale Abformung geeignet

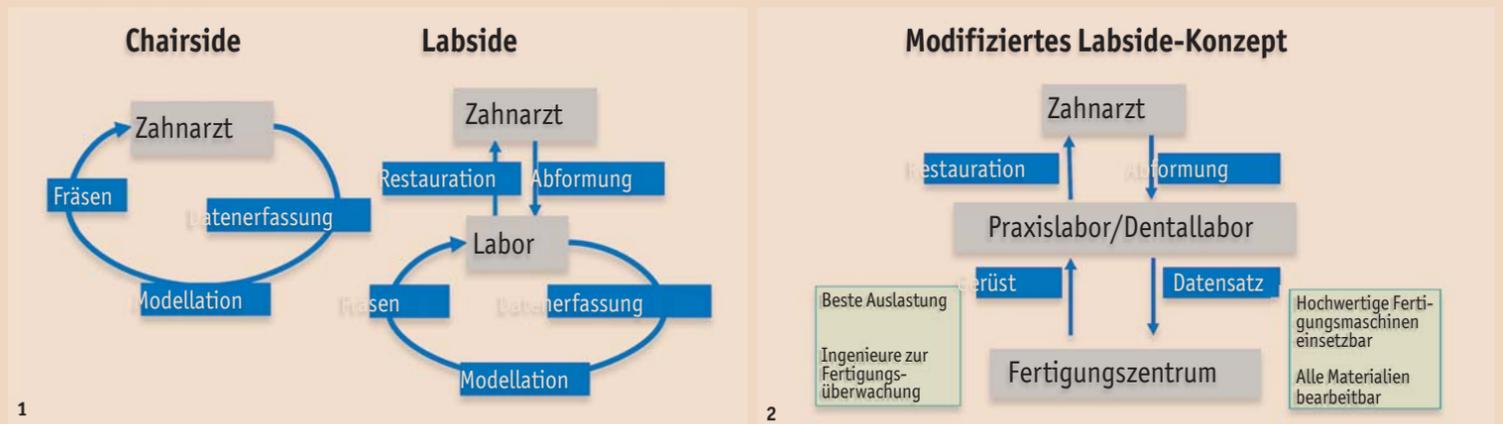


Abb. 1: CAD/CAM-Systeme mit dem Chairside- und dem Labside-Konzept: Während bei dem Chairside-Verfahren die Datenerfassung der Präparation und umliegender Strukturen intraoral am Patienten erfolgt, wird beim Labside-Verfahren die Situation vom Gipsmodell abgetastet. Software-Modellation und Anfertigung der Restauration erfolgen dann in einem Fall direkt in der zahnärztlichen Praxis und im anderen Fall im Dentallabor. Dies bedingt auch unterschiedliche Anforderungen an die Systeme und damit auch unterschiedliche Möglichkeiten und Indikationsgebiete. – Abb. 2: Neben dem reinen Labside-Konzept hat sich ein weiteres modifiziertes Konzept als sinnvoll erwiesen: die Auslagerung der Produktion von Werkstücken an Fertigungszentren. Der Vorteil ist die hohe Auslastung, die Möglichkeit der Anschaffung bester Fräs- und Schleifmaschinen, der direkte Zugriff auf Fachpersonal wie Ingenieure zur Verbesserung und Wartung solcher komplexer Anlagen und die wirtschaftliche Bearbeitung unterschiedlichster Materialien.

## Das Chairside-Konzept

Aufgrund der Vielzahl der angebotenen CAD/CAM-Systeme werden in Hinblick der Indikation, Materialvielfalt, Wirtschaftlichkeit und Qualität die unterschiedlichsten Lösungen angeboten. Es bietet sich an, die CAD/CAM-Systeme nach ihrem Konzept und der damit erreichbaren Zielgruppe einzuteilen. Für den Zahnarzt und damit der zahnärztlichen Praxis ist das Chairside-Konzept gedacht: die drei Schritte der CAD/CAM-Technik, Datenerfassung, CAD-Modellation und computergestützte Herstellung der Restauration können direkt in der Praxis und idealerweise noch während der Zeit, die der Patient am Stuhl sitzt, durchgeführt werden (Abb. 1). Damit entfällt die konventionelle Abformung und Modellherstellung sowie das Anfertigen von Provisorien. Indirekte Versorgungen wie Inlays, Onlays, Kronen etc. sind dann in einer Sitzung möglich. Bekanntester Vertreter hierfür ist das CEREC System, weitere Systeme sind in Europa noch in der Einführung.

## Das Labside-Konzept

An anderer Stelle setzt das Labside-Konzept an: Hier wird die gesamte CAD/CAM-Prozesskette im dentalen Labor durchlaufen (Abb. 1). Nachdem die 3-D-Datenerfassung bei solchen Systemen generell vom

Gipsmodell (in Einzelfällen auch direkt vom Abdruck) erfolgt, wird in der zahnärztlichen Praxis wie gewohnt eine konventionelle Abformung mit Versand in das Labor durchgeführt. Mit solchen Systemen

und Schleifeinheiten größer dimensioniert, um größere Restaurationseinheiten wie Brücken und automatisiert auch mehrere Arbeiten gleichzeitig bearbeiten zu können. Beim modifizierten Labside-Konzept wird

lebensrate solcher Versorgungen gewährleistet man damit auch eine saubere Erfassung der Präparationsgrenzen durch den optischen Abdruck. Ohne viel Aufwand und sehr einfach kann man gerade beim in-



Abb. 3–7: Klinische Vorgehensweise für die Versorgung mit einer CAD/CAM-gefertigten Zirkonoxidbrücke: Bei der Präparation ist auf eine saubere Hohlkehle zu achten. Schichtstärken sind wie bei der konventionellen Metallkeramik üblich einzuhalten, es muss also nicht mehr Material wegpräpariert werden. Nach Einscannen des Datensatzes vom Gipsmodell wird das Gerüst konstruiert, in Zirkondioxid gefertigt, anschließend wie gewohnt konventionell verblendet und im Mund nach Einprobe zum Beispiel mit Glasionomermaterial befestigt. (Arbeit: Mehl/Labor Gibisch)

soll das Dentallabor in die Lage versetzt werden, Gerüste und zum Teil auch vollanatomische Kronen aus hochwertigen und auch neuartigen Materialien wie Zirkondioxid herstellen zu können. In der Regel sind bei solchen Systemen im Unterschied zu Chairside-Varianten die Fräs-

in einem weiteren Schritt die Produktion der Zahnrestorationen an spezialisierte Fertigungszentren ausgelagert, wobei vor dem Versenden der Datensätze die Datenerfassung und die virtuelle Modellation noch vor Ort im Dentallabor erfolgt (Abb. 2). Der Zahntechniker hat somit noch volle Kontrolle über das von ihm gewünschte Design, kann aber auf höchsteffiziente und höchstgenaue Fertigungsprozesse unter Verwendung qualitativ hochwertiger Materialien zurückgreifen.

traoralen Verfahren die Antagonistensituation in die Rekonstruktion der Restauration mit einbeziehen. Hierzu genügt die Anfertigung eines einfachen Bissregistrates und das optische Einscannen dieses Registrates zusammen mit den Nachbarzähnen. Anhand dieser Nachbarzähne erfolgt dann mit spezieller Software die dreidimensionale Zuordnung der Präparation zum Bissregistrat. Auf ähnliche Weise können sogar alle dynamischen Bewegungen in Form eines funktionellen Bissregistrates aufgezeichnet werden. Im Vergleich zu den konventionellen Schritten mit Abformung, Modellherstellung und Einarthikulation ist dies ein entscheidender Vorteil für das Chairside-Konzept. Neue Techniken nutzen inzwischen auch die Registrierung von Oberkiefer- und Unterkieferdatensätzen über zusätzliche Bukkaltaufnahmen, das heißt völlig ohne Abdruckmaterial.

## Kauflächengestaltung mit CAD/CAM-System

Während die Kauflächengestaltung unter Berücksichtigung verschiedener okklusaler und funktioneller Gesetzmäßigkeiten für das CAD/CAM-System früher als undenkbar oder zumindest als sehr aufwendig

## Prof. Dr. Dr. Albert Mehl erhielt Berufung in Zürich

Erstmals Stiftungsprofessur für Computergestützte Restaurative Zahnmedizin vergeben.



Prof. Mehl (links) zusammen mit Prof. Mörmann auf der CAD/CAM-Convention in Las Vegas, USA. (Foto: DGCZ/Kern)

ZÜRICH – Um die dentalen CAD/CAM-Technologien verstärkt auch an den Universitäten in Forschung, Behandlung und Lehre zu berücksichtigen, wurde erstmalig eine Stiftungsprofessur für Computergestützte Restaurative Zahnmedizin an der Universität Zürich ausgeschrieben. Auf die Position wurde Prof. Dr. Dr. Albert Mehl berufen, seit 2002 außerordentlicher Professor an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Als Physiker, Humanbiologe und Zahnarzt hatte Prof. Mehl der computergestützten Zahnheilkunde viele Impulse gegeben, wofür er den Forschungspreis der AG Keramik und

für sein Team den Wissenschaftlichen Förderpreis des Freien Verbandes Deutscher Zahnärzte (FVDZ) erhielt.

Prof. Dr. Werner Mörmann hatte bereits in den 80er-Jahren in der Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich den Grundstein für die Digitalisierung und CAD/CAM-Technik in der Zahnheilkunde gelegt. Mittels der optoelektronischen Intraoralabformung und der NC-gesteuerten Keramik-Schleifeinheit machte er die Chairside-Versorgung von Patienten mit vollkeramischen Restaurationen in einer Sitzung möglich.

## Intraorale optische Datenerfassung

Wichtigstes Charakteristikum des Chairside-Konzepts ist die intraorale optische Datenerfassung. Um Zahnoberflächen mit Licht vermessen zu können, müssen diese bei den meisten Verfahren nach wie vor mattiert werden. Diese Bepuderung ist trotz inzwischen eindeutig verbesserter Spraysysteme eine Schwachstelle der Chairside-Variante und erfordert eine vorsichtige und gewissenhafte Applikation. Ein weiterer wichtiger Punkt für ein gutes Endresultat stellt die unbedingte Einhaltung der Präparationsrichtlinien, wie sie allgemein für Keramikrestaurationen gelten, dar. Neben einer langen Über-

# Natürlich metallfrei.

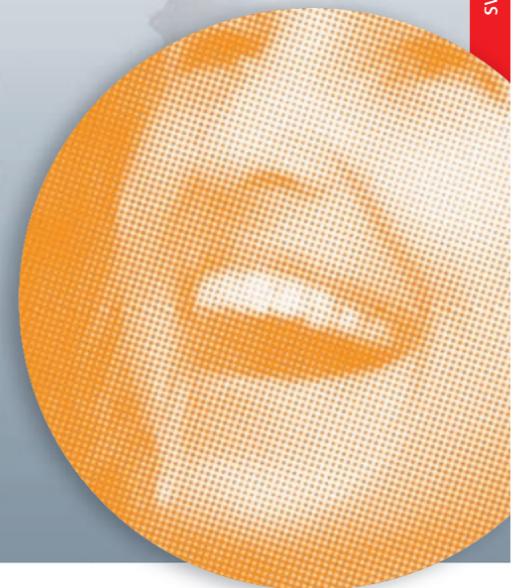
## ZERAMEX<sup>®</sup>T

ZERAMEX<sup>®</sup>T setzt mit metallfreiem Zirkonoxid ganz auf die Natur.

Das technisch ausgereifte, 2-teilige Implantatsystem wurde neu mit 3,5 mm Implantaten für den Frontbereich und Locator Abutments ergänzt.

Seine hervorragenden Eigenschaften sind geblieben: Ästhetik, Biokompatibilität, Bruchstabilität und Plaquesistenz.

ZERAMEX<sup>®</sup>T ein Plus für Sie und Ihre Patienten! Überzeugen Sie sich selbst und entdecken Sie noch heute die Möglichkeiten der metallfreien Versorgung! Gerne beraten wir Sie umfassend.



swiss made

Telefon Schweiz, 044 388 36 36  
Telefon Deutschland, 07621 1612 749

[www.dentalpoint-implants.com](http://www.dentalpoint-implants.com)

DENTALPOINT

Swiss Implant Solutions

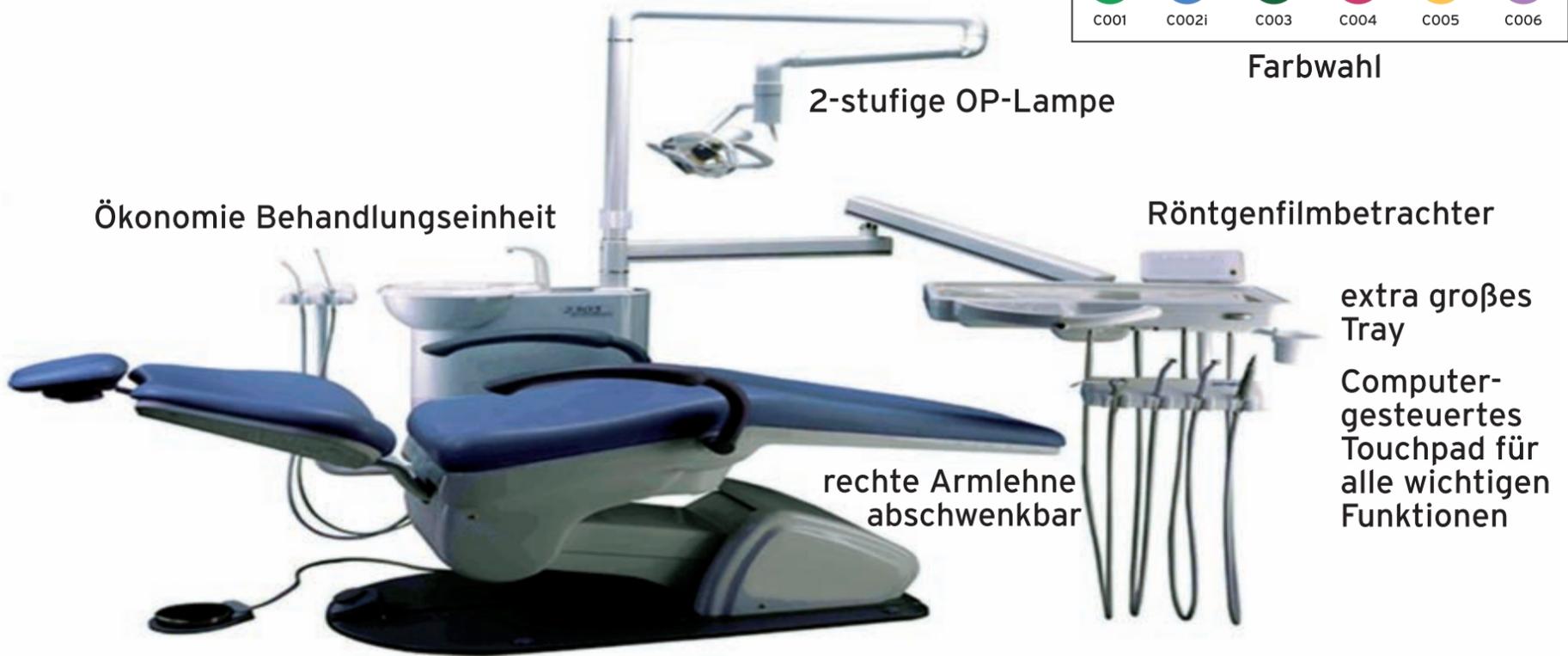
# SINOL®

## Ökonomie - denn Preis muss Leistung sein!

### SINOL®



Farbwahl



Ökonomie Behandlungseinheit

2-stufige OP-Lampe

Röntgenfilmbetrachter

extra großes Tray

Computer-gesteuertes Touchpad für alle wichtigen Funktionen

rechte Armlehne abschwenkbar

Die Sinol Vollausstattung und das für nur

# 9.800,- €

zzgl. MwSt.

Peitschenversion auf Anfrage



### Standard-Ausstattung

- AD-4/AX-4 Turbine ein NSK Micromotor
- ein NSK-Winkelstück und ein NSK-Handstück 3-Wege Luft- und Wasserspritze aus Edelstahl mit auswechselbarer, sterilisierbarer Kanüle
- Zahnsteinentfernungsgerät von Satelec aus Keramik mit drei verschiedenen Aufsätzen und 1 Steri-Box
- Mit integrierter Absauganlage oder Anschluss für Nass- und Trockenabsaugung

- OP-Lampe mit zwei Lichtstärkeinstellungen: Stufe 1 = 8.000 Lux, Stufe 2 = 20.000 Lux
- Röntgenfilmbetrachter
- Umschaltmöglichkeit zwischen Leitungswasser und den Behältern für physiologische Kochsalzlösung
- Speichelsauger und Speichelzieher
- motorbetriebener, verstellbarer Patientenstuhl für den Behandler
- unverwüstlicher Fußregler
- 1-mal Zahnarztstuhl

## SINOL®

Siegburger Straße 308 · 51105 Köln

Tel. 0221 - 830 32 60 · Fax 0221 - 837 05 32 · www.sinol.de · E-Mail: dr.jhansen@t-online.de

- Bitte rufen Sie mich an
- Bitte vereinbaren Sie einen Besichtigungstermin
- Ich möchte gern bestellen und bitte um Rückruf Finanzierung möglich

Meine Anschrift:

Praxis, Labor

Besteller

Straße (kein Postfach!)

PLZ, Ort

Meine Telefon-Nummer

galt, muss man heute anhand neuer Ansätze eher sogar vom Gegenteil ausgehen. Okklusale Morphologien von Tausenden von Zähnen lassen sich mit Software analysieren und diese Informationen mittels allge-

**Vorteile der Labside-CAD/CAM-Systeme**

Die Bewertung der Labside-CAD/CAM-Systeme unter klinischen und wissenschaftlichen Gesichtspunkten speziell unter dem Aspekt der Gerüstfertigung aus Keramik, Titan- und Nichtedelmetall-Legierungen) führt aktuell zu folgender Einschätzung:

- Passgenauigkeit vergleichbar oder in vielen Fällen schon besser als bei konventioneller Technik
- Gestaltung der Gerüstform ist mit aktueller Software genauso gut möglich wie manuell in Wachs
- Materialqualität ist bei industriell gefertigten Blöcken besser als bei laborgefertigten Restaurationen
- Hohe Wirtschaftlichkeit der CAD/CAM-Systeme ist inzwischen unbestritten ein entscheidender Vorteil

meiner mathematischer Beschreibungen vorteilhaft für die Rekonstruktionen einsetzen. Am Beispiel des biogenerischen vollautomatischen Vorschlags bei Inlay- und Onlayversorgungen im CEREC System erkennt man bereits jetzt die klinische Leistungsfähigkeit und man kann erahnen, welche Möglichkeiten damit noch bereitstehen könnten.

Für die Chairside-Herstellung von kleineren keramischen Restaurationen bis hin zu Einzelzahnkronen hat der Zahnarzt die Wahl zwischen verschiedenen Feldspat- und Glaskeramiken. Diese Silikatkeramiken zeichnen sich durch ein hohes ästhetisches Potenzial und eine vielseitige Verwendbarkeit (Inlays, Onlays, Veneers, Front- und Seitenzahnkronen) aus. Neben einfarbigen Blöcken gibt es auch Blöcke mit graduellen Farbverläufen, um die Ästhetik noch weiter zu verbessern. Prinzipiell würde durch das Aufbrennen von keramischen Malfarben eine weitergehende Individualisierung ermöglichen, den Aufwand chairside dann aber wieder erhöhen. Kompositblöcke für Langzeitprovisorien und Keramikblöcke aus Lithiumdisilikat für höhere Festigkeiten runden inzwischen das Materialangebot ab.

**Vorteile der Labside-CAD/CAM-Systeme**

Bei den Labside-CAD/CAM Systemen werden in der Regel die Gipsmodelle eingescannt, um die dreidimensionalen Datensätze der Präparation zu erhalten. Da man hier für die Vermessung mehr Zeit zur Verfügung hat, also keine Verwicklungen auftreten können, können auch Messverfahren eingesetzt werden, die prinzipiell eine genauere Oberflächenvermessung ermöglichen. Erkauft wird dieser Vorteil allerdings mit dem Nachteil, dass man mit Gips

**Modifiziertes Labside-Konzept II**

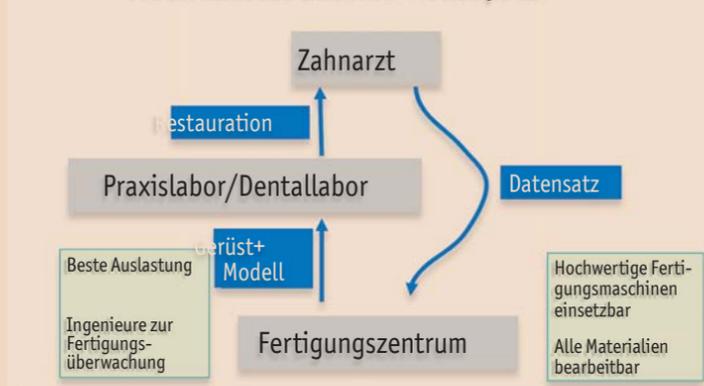


Abb. 8: Als neues Konzept für die digitale Praxis: Intraorale optische Datenerfassung und Versand dieser Daten per Internet an das Fertigungszentrum; hier kann neben der Herstellung der gewünschten Restauration auch ein Modell der intraoralen Situation angefertigt werden.

und Abformmassen weiterhin entsprechende Ungenauigkeiten in der Prozesskette integriert. Zentrales Indikationsgebiet dieser Systeme ist im Allgemeinen die Gerüsterstellung. Da man speziell für die Zirkondioxid-Versorgungen weiß, dass für eine langlebige Restauration eine gleichmäßige Verblendungsschichtstärke in der Größenordnung von 1–1,5mm Voraussetzung ist, muss in jedem Falle die Möglichkeit einer reduzierten Gestaltung des Gerüsts obligat vorhanden sein, sei es in Form von Software-Tools oder durch Einscannen der konventionell modellierten Situation.

Sind die Datensätze konstruiert, können diese dann in für die einzel-

nen Materialien optimierten Fräs- und Schleifmaschinen in hoher Genauigkeit und Qualität gefertigt werden. Um die Investitionskosten niedrig zu halten, bieten hochspezialisierte Fertigungszentren mit industriellen Front-Edge-Produktionsmaschinen die externe Fertigung von Zahnrestaurationen aller Art und in nahezu allen Materialien als Dienstleistung an. Unter Einhaltung aller relevanten Präparationsrichtlinien ändert sich ansonsten in der Vorgehensweise für den Zahnarzt nichts (klinisches Beispiel: **Abb. 3 bis 7**).

**CAD/CAM – Thema der Zukunft**

Neben weiteren Verbesserungen in der Benutzerführung und einer

weitergehenden Automatisierung mit entsprechenden Zeiteinsparungen wird in naher Zukunft die abdruckmassenfreie Praxis ein großes Thema sein. Durch intraorale Messtechniken soll der Zahnarzt in die Lage versetzt werden, die Daten direkt per Internet an das Fertigungszentrum schicken zu können, wo dann Modell und Gerüst bzw. fertige Restauration produziert werden zur Diagnostik und Befunderhebung abklären. Inwieweit dies schon bald standardmäßig in den Praxen Einzug hält, wird die nächste Zeit zeigen. Festhalten lässt sich aber auf jeden Fall, dass CAD/CAM-gefertigte Restaurationen nicht mehr wegzudenken sind und in Zukunft ihr Anteil in der Zahnmedizin weiter wachsen wird. **DT**

Aktualisierter Beitrag der Erstveröffentlichung aus Dental Tribune Schweiz 3/09

**Prof. Dr. Dr. Albert Mehl**  
 ZZMK – Station für computergestützte restaurative Zahnheilkunde  
 Universität Zürich  
 8032 Zürich  
 albert.mehl@zzmk.uzh.ch

ANZEIGE

Pflege & Sterilisation wie von selbst

Das Statmatic-Statim-Kombi-Paket von SciCan



Optimale Pflege und schonende Sterilisation: schnell, ökonomisch und zuverlässig. Fragen Sie Ihr Dentaldepot nach dem SciCan Kombi-Paket bestehend aus Statim 2000s & Statmatic. Ihre Instrumente werden es Ihnen mit noch längerer Haltbarkeit danken.

Angebot gültig vom 1. September bis 31. Dezember 2010. Alle Preise zzgl. MwSt.

~~€ 6.359,30~~  
**€ 4.399,-**

SciCan GmbH  
 Wangener Strasse 78  
 88299 Leutkirch im Allgäu, Deutschland  
 Tel.: +49 (0) 7561-98343 0  
 Fax: +49 (0) 7561-98343 699

**SciCan**  
 Your Infection Control Specialist™