



*CAD/CAM in der Zahnheilkunde*  
**Scannen, Fräsen – oder beides!?**



# CAD/CAM in allen Händen?

In der Stahlindustrie ist die CAD/CAM-Technologie nicht mehr wegzudenken. Vor etlichen Jahren hat sie sich dort etabliert und unterstützt mit speziellen Computerprogrammen die Fräsarbeit an harten Materialien.

Heute profitiert auch die Zahnheilkunde von dieser innovativen Materialbearbeitung. Denn vollkeramische Werkstoffe können mittels CAD/CAM-Systemen zeiteffektiv Inlays, Kronen oder Brücken computergestützt auf ästhetisch hohem Niveau bearbeitet werden. Ästhetik bedeutet Patientenzufriedenheit und Zeitersparnis bedeutet Wirtschaftlichkeit.

Wieder einmal hat die diesjährige 30. Internationale Dental-Schau im März 2003 in Köln eindrucksvoll den Stellenwert der CAD/CAM-Technologie in modernen Zahnarztpraxen unter Beweis gestellt. In Zeiten, in denen die ästhetische Zahnmedizin auch in Deutschland einen immer höheren Stellenwert einnimmt, ist diese computergestützte Technologie eine der zukünftig wichtigsten Voraussetzungen qualitativ hochwertiger Versorgung.

Bereits in unserer Ausgabe ZWP spezial CAD/CAM 2001 verwiesen wir hierbei auf die Verbesserung der Versorgungsqualität und dem für Sie daraus resultierenden Patientennutzen. In dieser Ausgabe zeigen wir Ihnen detaillierte Anwendererfahrungen, eine CAD/CAM-Wirtschaftlichkeitsberechnung, eine aktuelle Marktübersicht über die am Markt befindlichen CAD/CAM-Geräte und selbstverständlich die weitreichenden Fortschritte dieser innovativ unterstützen Form moderner Zahnheilkunde seitens der Industrie.



Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen das ZWP spezial-Redaktionsteam!

## IMPRESSUM

Ein Supplement von



Verlag

OEMUS MEDIA AG  
Holbeinstraße 29  
04229 Leipzig  
Tel. 03 41/4 84 74-0  
Fax 03 41/4 84 74-1 90

Redaktionsleitung

Franziska Männe-Wickborn  
(verantw. i.S.d.P.)  
Tel. 03 41/4 84 74-1 20

Anzeigenleitung

Bernd Ellermann  
Tel. 03 41/4 84 74-2 25

Grafik

Antje Czeranowski  
Tel. 03 41/4 84 74-1 14



Titelbild zeigt: Cercon base 38 Zirkonoxid-Rohling.

Ihr Ansprechpartner:

**DeguDent**

A Dentsply International Company

DeguDent GmbH  
Postfach 1364 - 63403 Hemau  
Telefon 0 61 81/99-50  
www.degudent.de

MEHR INFORMATIONEN erhalten Sie durch Ihren Berater im DeguDent VertriebsCentrum oder bestellen Sie Ihr kostenloses Infopaket unter **0 1 8 0 2 3 2 4 5 5 5** (6 Cent pro Anruf) . [www.cercon-smart-ceramics.de](http://www.cercon-smart-ceramics.de)



# Vollkeramik und die Erwartungen

*Im vergangenen Jahr wurden nach Erhebungen der „Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V.“ in Deutschland 1,8 Millionen Restaurationen aus vollkeramischen Werkstoffen angefertigt und eingegliedert. Damit ist über den Zeitraum einer Dekade eine deutliche Nachfragesteigerung für Vollkeramik zu beobachten. Was waren die Triebfedern für diese Entwicklung? Liegt dahinter ein gewachsenes Ästhetik-Bewusstsein der Patienten oder der Wunsch nach größerer Sicherheit hinsichtlich der biologischen Verträglichkeit?*

► **Manfred Kern, Prof. Dr. Lothar Pröbster**

Auf der DGZMK-Jahrestagung 2002 wies der Prothetik-Experte Prof. Peter Pospiech (ZMKK Homburg) darauf hin, dass „zur Rehabilitation im menschlichen Körper die Keramik passt und Metall nur Substitution sein kann“. Diese Aussage fokussiert im Wesentlichen auf Eigenschaften, die die Vollkeramik deutlich von der metallgestützten Restauration unterscheidet: Keramikwerkstoffe verhalten sich physikalisch neutral zu anderen Restaurationswerkstoffen im Mund, und sie sind kompatibel zur biologischen Struktur des Menschen. Daraus erklärt sich die nachgewiesene hohe biologische Verträglichkeit. Anbetrachts der Zunahme von Patientenfällen, die mit Allergiesymptomen in der Zahnarztpraxis erscheinen und bei dermatologischen Testungen selbst auf Edelmetall reagieren, bietet sich mit der Vollkeramik ein wachsendes Potenzial für biologisch kompatible Versorgung an. Die Eigenschaft, dass der Werkstoff mit dem Restzahn adhäsiv und somit kraftschlüssig verbunden werden kann,

ermöglicht auch, dass mit Keramik defektorientiert und substanzschonend restauriert werden kann. Für 1,1 Millionen Vollkeramik-Restaurationen wurden im vergangenen Jahr die Adhäsivtechnik genutzt. Die Substanzerhaltung in Verbindung mit der adhäsiven Befestigung kommt besonders bei vollkeramischen Teilkronen und Veneers zur Wirkung. Der Erhalt von Zahnschmelz ist mittlerweile ein wesentlicher, die Präparation bestimmender Faktor für adhäsiv befestigte Restaurationen geworden. Der Substanzabtrag für ein Veneer beträgt je nach Präparationsgestaltung lediglich zwischen 7 und 30 Prozent (Abb. 1). Messungen an Kronenstümpfen haben ergeben, dass für die neuen Keramiken nicht mehr Substanz wegpräpariert werden muss als für metallgestützte VMK-Kronen. Für die Ästhetik wichtig ist die dem Zahnschmelz gleichende Lichttransmission; einfallendes Licht wird von der Keramik in den Dentinkern und in die umgebende Gingiva weitergegeben (Abb. 2). Hinzu kommt der besonders Silikatkeramiken zugeschriebene „Chamäleon-Effekt“; durch die Lichtstreuung passt sich die Restauration der Umgebungsfarbe an. Zusammen mit transparentem Komposit als Adhäsionsmedium wird eine sehr gute Adaptation an die Restzahnsubstanz erreicht. Aus diesen Vorzügen ziehen der unsichtbare Kronenrand sowie die „rote Ästhetik“ ihren Nutzen. Durchlichtblockaden (Abb. 3), dunkel-farbene Kronenränder, Korrosion und Metalloxide – alles Stolpersteine in der Metallkeramik – belasten hier weder Zahnarzt noch Patient. War bisher Gold in angezeigten Fällen das Mittel der Wahl, um Unverträglichkeiten bei unedlen Metallen sowie Kunststoffen auszuweichen, so blieb damit doch der Wunsch des Patienten nach Ästhetik, Substanzschonung und Metallfreiheit oft unerfüllt.

## Patienten erkennen die Vorzüge

Auf Grund einer Erhebung der DGCZ (Deutsche Gesellschaft für Computergestützte Zahnheilkunde e.V.) bei Patienten mit Keramikversorgungen wurde bekannt, dass das mit Abstand dominie-

## info:

Manfred Kern, Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V.  
Prof. Dr. Lothar Pröbster,  
(Wiesbaden-Tübingen)  
E-Mail: kern.ag-keramik@t-online.de

rende Motiv die Metallfreiheit der Restauration ist. Die Patienten leiten als Nutzenerwartung daraus ab, dass der Verzicht auf Metall in der Mundhöhle mit gesundheitlichen Vorteilen verbunden ist, weil Keramik korrosionsfrei, gegenüber Metall galvanisch inaktiv und dadurch absolut gewebeverträglich ist. Interessant ist, weil bisher immer vermutet wurde, dass Patienten ausschließlich an den ästhetischen Vorzügen der Keramik interessiert seien. Danach folgt als weiterer Vorzug aus Patientensicht die Natürlichkeit der Zahnfarbe und der unsichtbare Kronenrand, den die Vollkeramik bietet. Besonders Frauen legen auf die farbliche Natürlichkeit der vollkeramischen Restauration großen Wert, weil sie von den gesunden Zähnen nicht zu unterscheiden ist.

**„Eine Krone sollte wie ein Zahn aussehen und nicht wie eine Krone ...“**

... mit diesen Worten beschrieb Prof. Pröbster (Wiesbaden/Tübingen) auf der DGZMK-Jahrestagung die Option, vollkeramische Kronen zu schaffen, die dem natürlichen Vorbild in Form, Farbe, Oberfläche und Transparenz in nichts nachstehen. Patienten erwarten heute von ihrem Zahnarzt Restaurationen, die ästhetisch und darüber hinaus biologisch verträglich sind, die sich harmonisch in das Zahnbild einfügen und durch ihre Langlebigkeit letztlich auch wirtschaftlich sind. Neben der heute erzielbaren Ästhetik ist die Funktion von hoher Bedeutung, denn wir brauchen den perfekten Randschluss, eine präzise statische und dynamische Okklusion, die Erhaltung der Vitalität, und wir brauchen die klinische Bewährung in Form von akzeptablen Überlebensraten. Hier dienen die gute alte VMK-Krone und -Brücke mit der langen Haltbarkeit als vorbildlicher „Goldstandard“. Vollkeramische Restaurationen haben trotz großer Fortschritte in der Werkstoffentwicklung und der anerkannten klinischen Bewährung in der Alltagspraxis erst einen Anteil von ca. 10 Prozent, bezogen auf das jährliche Behandlungsvolumen aller Füllungen

und Kronen. Auslöser dafür ist, dass die Vielzahl der angebotenen Keramiksysteme den niedergelassenen Zahnarzt heute eher verwirren. Ein weiterer Grund ist, dass gegenüber der adhäsiven Befestigungstechnik noch Vorbehalte bestehen, die klinisch unberechtigt sind – oder schlichtweg der dafür erforderliche Zeitbedarf im Praxisablauf schwer unterzubringen ist. Maßstab für die Vollkeramik ist, dass metallkeramische Versorgungen einen Qualitätsstandard erreicht haben, der nur schwer zu übertreffen ist. Ferner ist nicht jede Indikation für eine vollkeramische Restauration geeignet. Der notwendige Platzbedarf für Präparation und Werkstoff, für ausreichend dimensionierte Verbinder an Brückengliedern müssen gegeben sein. Auch die differenzierte Anwendung der Befestigungstechnik trägt zum klinischen Erfolg bei.

**Keramisch denken beim Präparieren**

Vollkeramik braucht die kundige Hand bereits bei der Präparation, denn jede Keramikrestauration bezieht ihre Stabilität aus der Gestaltung der Kavität und des Kronenstumpfes. Die Eigenschaft der Keramik macht erforderlich, dass die Restauration für Druckspannungen ausgelegt wird. Präparationsformen, die Spannungen auslösen, sind zu vermeiden. Für konventionell befestigte Vollkeramikkrone gelten strenge Präparationsrichtlinien, da kein spannungsschlüssiger Klebeverbund zwischen Keramik und Zahn besteht. Die Belastbarkeit hängt von der physikalischen Eigenfestigkeit der Restauration ab. Diese wird bestimmt von den Eigenschaften der Keramik und von der Geometrie der Restauration. Die optimale Widerstands- und Retentionsform wird erreicht durch: Präparationswinkel 6–10 Grad, Abflachung des Höcker-Fossa-Reliefs, zirkuläre Stufe oder Hohlkehle 0,8–1,0 mm Breite, Mindestschichtstärke 0,8–1,0 mm, inziso-okklusale Schichtdicke 1,5–2,0 mm, innere Linien- und Kantenwinkel sowie okklusale und inzisale Kanten müssen gerundet sein (Abb. 4). Limitiert wird



Abb. 1: Vergleich der Präparationsgestaltung am Beispiel eines mittleren Schneidezahns im Unterkiefer. Für die Veneer-Präparation (li.) werden ca. 20 Prozent Hartsubstanz im Bereich der Zahnkrone abgetragen. Eine Präparation für die Aufnahme einer konventionellen VMK-Krone (re.) erfordert dagegen einen Substanzabtrag von bis zu 70 Prozent. Foto: Dr. Edelhoff/AG Keramik



Abb. 2: Keramikwerkstoffe sind lichtdurchlässig. Die Transluzenz ist abhängig vom Gefüge der Keramik. Die Kristalle reflektieren einfallendes Licht, steuern die Farbgebung bereits in den tieferliegenden Keramikschichten und bilden zusammen mit der Verblendung die Grundlage für eine besondere Ästhetik. Foto: Dr. Edelhoff/AG Keramik



Abb. 3: Metallgestützte Kronen und Brücken verhindern den Lichtdurchlass in den Zahnstumpf und in das umliegende Weichgewebe. Dieser Schattenwurf ist verantwortlich, dass VMK-Kronen und -Brücken „leblos“ wirken können und nicht die Farbvitalität und Transluzenz der Naturzähne haben. Foto: Dr. Edelhoff/AG Keramik



Abb. 4: Frontzahnpräparationen Zahn 12–22 für Empress 2-Kronen. Winkel 6–10 Grad, zirkuläre Stufe 0,8–1,0 mm Breite, Mindestschichtstärke 0,8–1,0 mm, inziso-okklusale Schichtdicke 1,5–2,0 mm.  
Foto: Prof. Pröbster/AG Keramik

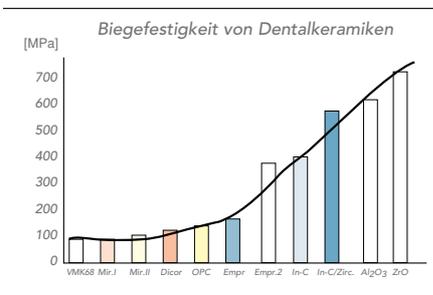


Abb. 5: Eines der wichtigsten Kriterien für die Eignung von Vollkeramik für Seitenzahnrestorationen ist die Biegefestigkeit. Keramiken unter 200 MPa Biegefestigkeit haben zwar ausgezeichnete optische Eigenschaften – ideal für den Frontzahn, sind für hohe Kau- druckbelastungen kaum geeignet. Hohe Biegefestigkeiten haben Lithiumdisilikat, Oxidkeramik, Aluminiumoxid und Zirkoniumoxid.  
Foto: Prof. Pospiech/AG Keramik



Abb. 6: Empress 2-Frontzahnkronen 12 bis 22, vier Jahre in situ.  
Foto: Prof. Pröbster/AG Keramik

Bildquellen: Die Abbildungen wurden zur Verfügung gestellt von:  
Dr. Edelhoff/RWTH Aachen,  
Ivoclar Vivadent,  
ZT Kimmel/Noll, Prof. Pospiech,  
Univ. Homburg/Saar

der Substanzabtrag dadurch, dass mit Ausnahme der oberen zentralen Schneidezähne und der Eckzähne eine zirkuläre Stufe von 1 mm Breite oder gar mehr bei keinem Zahn ohne Gefährdung der Pulpa realisierbar ist. Die neuen computerunterstützten Verfahren stellen hohe Anforderungen an das Präparationsdesign, damit der Scanner die Präparation eindeutig identifizieren und die CAM-gesteuerten Schleifkörper die Kroneninnenseite ausarbeiten können. Einfachere Präparationsformen (Hohlkehle) erscheinen künftig bei Keramiken mit hoher Bruchzähigkeit möglich (Yttrium-stabilisiertes Zirkonoxid), wobei klinische Langzeiterfahrungen noch ausstehen.

### Festigkeit und Überlebensdauer

Um die Eignung eines keramischen Systems für einen Indikationsbereich abzuschätzen, sollte die Biegefestigkeit des Werkstoffs verglichen werden (Abb. 5). Liegt die initiale Biegefestigkeit unter 200 MPa (MegaPascal, entspricht 2,4 Tonnen Belastung pro cm<sup>2</sup>), so ist der Werkstoff nur für Einlagefüllungen, Onlays, Teilkronen, Veneers und Kronen im Prämolaren geeignet und muss zudem adhäsiv befestigt werden, um eine klinisch ausreichende Festigkeit zu erzielen. Mit dem kraftschlüssigen Klebverbund bietet die Restaurationsinnenseite keine mechanische Grenzfläche mehr, an der rissauslösende Zugspannungen wirksam werden können. Damit ist die Presskeramik (Empress u.a.) der adäquate Werkstoff für ästhetisch anspruchsvolle Adhäsiv-Restorationen (Abb. 6). Das leuzitverstärkte Lithiumdisilikat (Empress 2) ist für Molarenkronen und für kleine Brücken bis zum zweiten Prämolaren vorgesehen. Klinische Studien von Edelhoff (RWTH Aachen) belegen die Eignung für dreigliedrige Brücken bis Zahn 5, jedoch sind ästhetisch und parodontalhygienisch kompromissbehaftete Verbinderquerschnittsflächen von 16 mm<sup>2</sup> erforderlich (Abb. 7). Empress 2-Kronen stehen seit 1998 unter klinischer Beobachtung mit guten Bewertungen. Für vollkeramische Kronen und Brücken ab

Zahn 5 sind hohe Biegefestigkeiten ab 400–600 MPa oder höher notwendig. Für Kronenkappen geeignet sind Procera-Kronenkäppchen aus Aluminiumoxid (AllCeram) und Cerec-Käppchen aus glasinfiltrierter Oxidkeramik (In-Ceram Zirconia) – für Brückengerüste empfiehlt sich Zirkonoxidkeramik mit ca. 1.000 MPa Biegefestigkeit (10 Tonnen Belastbarkeit pro cm<sup>2</sup>), wie sie von den Systemen Cercon, Cerec inLab, DCS, Digident, Everest, Lava u.a. verarbeitet wird. Die Silanisierung der Kroneninnenseite ist eine Option, zusätzliche Verbundkräfte zur Festigkeitssteigerung zu mobilisieren.

### Klinische Erfahrungen mit Keramikbrücken

Untersuchungen belegen, dass leuzitverstärkte Presskeramik für kleine Brücken bis drei Glieder im Prämolaren geeignet ist. Für Procera und In Ceram liegen nach fünf Jahren Beobachtung hohe Überlebensraten für dreigliedrige Brücken vor, die deren Eignung für Front- und Seitenzahnkronen gesichert nachweisen. Für CAD/CAM-gefertigte Keramikbrücken im Seitenzahngebiet liegen noch keine ausreichenden klinischen Langzeit-Ergebnisse vor. Gefertigt aus teilgesinterten Grünlingen oder aus endgesinterten Hartkernkeramik-Blanks ausgeschliffen, steht Zirkonoxidkeramik seit vier Jahren unter klinischer Beobachtung. Auf Grund der hohen Werte für Biegefestigkeit und Risszähigkeit sowie der vielversprechenden Ergebnisse mit dreigliedrigen Brücken im Molarenbereich ist eine positive Prognose angezeigt. Bei Brücken treten unter Last grundsätzlich Biegemomente auf, die Zugspannungen zur Folge haben. Dafür ist die bruchzähe Zirkonoxidkeramik angezeigt, um eine Rissbildung unter Dauerlastwechsel zu verhindern. Dennoch müssen die Verbinder zwischen Brückengliedern ausreichend dimensioniert sein (Abb. 8 und 9). Ungeeignete Präparationsformen, zu dünne Wandstärken, unterdimensionierte Konnektoren, zu tief separierte Verbinder, nachträgliches Separieren, Bearbeitungsfehler beim Schleifen im Labor (zu hoher



Abb. 7: Dreigliedrige Brücke aus Lithiumdisilikatkeramik (Empress 2) mit auffallend grazilen Verbindern – verblendet mit IPS Eris. Das Ergebnis ist farblich perfekt – ein Vorbild für eine ästhetische Restauration.  
Foto: Ivoclar Vivadent/ZTM Brix/AG Keramik

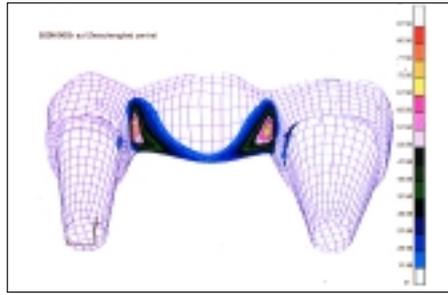


Abb. 8: Wichtig sind bei vollkeramischen Brückengerüsten Gestaltung und Statik der Konnektoren. Bei Druckbelastung von 500 Newton auf das Zwischenglied werden die Belastungsspitzen (rot) besonders an der Einschnürung der Verbinder sichtbar. Deshalb müssen die Konnektoren ausreichend dimensioniert sein; Mindestwerte für Oxidkeramik sind 16 mm<sup>2</sup>, für Zirkonoxidkeramik 12 mm<sup>2</sup>.  
Foto: Prof. Pospiech/AG Keramik



Abb. 9: Weitspanniges Brückengerüst im Frontzahn aus Zirkonoxidkeramik, hergestellt mit dem Cercon-System. Die vertikal-elliptischen Verbinder erhöhen die Stabilität.  
Foto: ZT Kimmel/Noll/AG Keramik



Abb. 10: Abnehmbare Brücke mit Trennungsgeschiebe: Primärteile aus Zirkonoxidkeramik (hergestellt mit Cercon), Galvanokappen (Hafner), Brücke aus ZrO (gefräst mit DCS). Die Trennungsgeschiebe sind zum Verkleben vorbereitet.  
Foto: ZT Kimmel/Noll/AG Keramik

Anpressdruck, keine Nasskühlung der Laborturbine) – all das kann Mikrorisse im Werkstoff verursachen, die Monate oder Jahre später eine Fraktur auslösen können. Als Indikationserweiterung werden inzwischen Primärteile für die Teleskop-Technik (Abb. 10) und Abutments für Implantate aus Zirkonoxidkeramik gefertigt, weil eine exakte Präzision erreicht und die Wandstärken gering gehalten werden können. Ebenso wird diese Keramik für weitspannige Gerüste in Kombination mit galvanogeformten Außenteilen in der hochwertigen Teilprothetik genutzt (Abb. 11). Eine Befragung von Labors, die Vollkeramiken mit CAD/CAM-Systemen bearbeiten, ergab, dass die Reklamationsquote für vollkeramische Kronen und Brücken unter ein Prozent liegt – vorausgesetzt, dass Indikation und Werkstoffauswahl sorgfältig erwogen und die Präparation „keramikgeeignet“ durchgeführt wird. Wenn Misserfolge wie Frakturen an Kronen und Brücken oder Abplatzungen der Aufbrennkeramik eintreten, sind diese recht schnell nach der Eingliederung erkennbar. Grund für Abplatzungen können unregelmäßig aufgetragene Verblendschichten sein, die unter Kaudruck zu Zugspannungen in der Struktur führen. Deshalb arbeiten CAD/CAM-Labors an der homogen reduzierten Krone, um für die Verblendung eine gleichmäßige Schichtstärke zu erzielen. Für vollkeramische Restaura-

tionen wurden von der DGZMK (Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde) folgende Indikationen wissenschaftlich anerkannt: Adhäsiv befestigte Keramik-Einlagefüllungen, adhäsive Teilkronen im Front- und Seitenzahngebiet, Veneers und konventionell zementierte vollkeramische Kronen. Die DGZMK und DGZPW (Deutsche Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde) führten in einer gemeinsamen Stellungnahme aus (siehe „ZM“ 1/2002), dass sich vollkeramische Restaurationen durch eine hohe Ästhetik und Biokompatibilität auszeichnen. Weitere Vorteile sind die weitgehende Schonung der Zahnschubstanz, das fehlende toxische und allergische Potenzial des Werkstoffs und die geringe Plaqueanlagerung.

### Was entscheidet letztendlich?

Wesentlich für den klinischen Dauererfolg der vollkeramischen Restauration ist die materialspezifische Indikationsstellung, die „keramikorientierte“ Präparation, die sorgfältige Bearbeitung im Labor und die korrekte Befestigungstechnik beim Eingliedern. Daraus resultiert letztendlich die Zufriedenheit von Patient und Zahnarzt über eine gelungene, ästhetische Versorgung. Der bereits erzielte Fortschritt für den Patienten wird sich vergrößern, wenn eine Kostenreduktion erzielt werden kann. ◀



Abb. 11: Cercon-gefertigte Zirkonoxidkeramik-Gerüste auf dem Modell. Die individuell gestalteten Geschiebe werden mit speziellem Glaskleber dauerhaft verbunden. Nach dem Verkleben wird die Front verblendet, die Sekundärteile und Stege (Reiter) werden in Galvanotechnik hergestellt.  
Foto: ZT Kimmel/Noll/AG Keramik





# CEREC – lohnt sich die Investition überhaupt?

*Lohnenswert ist der Kauf einer Maschine dann, wenn die Einnahmen, die er durch den Einsatz der Maschine erzielt, die Ausgaben für die Anschaffung, Finanzierung und laufenden Betrieb der Maschine übersteigen. Die Betriebswirtschaft verwendet dafür die Deckungsbeitragsrechnung.*



Wolfgang Spang

ECONOMIA  
Vermögensberatungs- &  
Beteiligungs GmbH  
Alexanderstraße 139  
70180 Stuttgart  
E-Mail: [economia@econspang.de](mailto:economia@econspang.de)

## ► Wolfgang Spang

Der Zahnarzt ist heute nicht nur Arzt, sondern auch Unternehmer. Deshalb sollte er seine Investitionen wie ein Unternehmer planen. Dazu gehört, dass er vor dem Kauf einer Maschine berechnet oder von einem Fachmann berechnen lässt, ob sich die Ausgabe für die Maschine überhaupt lohnt. Nun sind Zahnärzte keine Betriebswirte, deshalb soll in dem Beitrag am Beispiel eines CEREC-Systems gezeigt werden, wie eine solche Investitions- und Rentabilitätsberechnung aussehen kann. Der Hersteller, die Sirona Dental Systems GmbH

und im dritten Schritt werden noch kurz unterschiedliche Finanzierungsmöglichkeiten diskutiert. Um zu prüfen, ob sich die Investition überhaupt lohnt, sollte berechnet werden, ob bzw. wann die Einnahmen, die mit CEREC erzielt werden, die Ausgaben übersteigen. Bei anderen Geräten können zusätzliche feste Kosten entstehen z.B. für Frachtkosten, Anschlusskosten, Einweisungs- und Schulungskosten, Abnahme und Genehmigungskosten etc. Danach wird berechnet, welcher Ertrag mit CEREC pro Restauration erzielt wird. Dazu werden vom erzielten Umsatz (im Beispiel 350 Euro pro Restauration) die Kosten für Material, Verschleißteile und vor allem die anteiligen Praxiskosten wie Miete, Versicherungen, Personalkosten etc. abgezogen. Im Beispiel haben wir die anteiligen Praxiskosten pro CEREC-Restauration mit rd. 150 Euro angesetzt. Das ist ein Durchschnittswert, der bei einem Zeitbedarf von 60 Minuten für eine Restauration anfällt. Im konkreten Fall sollten Sie bzw. Ihr Berater den Wert auf Ihre Praxis bezogen berechnen. Als letzte Größe benötigen Sie die durchschnittliche Anzahl von Restaurationen pro Monat. Dabei sollten Sie Urlaubszeiten ohne Behandlungen berücksichtigen. Dann kann die Rechnung so

### An festen Kosten entstehen für eine CEREC-Einheit (bestehend aus Aufnahme-Einheit, Schleifeinheit und CEREC 3-D-Software):

Der Kaufpreis	55.900 € <sup>1</sup>
Die Zinsen für die Finanzierung <sup>2</sup>	7.636 €
<b>Investitionskosten gesamt</b>	<b>63.536 €</b>

<sup>1</sup> Wird ein Labor angemeldet, kann sich der Zahnarzt die Umsatzsteuer vom Finanzamt erstatten lassen und als Eigenkapital einsetzen. Dieser Fall wurde der Einfachheit halber nicht betrachtet.

<sup>2</sup> Der Hersteller bietet eine Finanzierung über 60 Monate zu 4,47% an. Wer Eigenmittel einsetzt, sollte an der Stelle die entgangenen Zinserträge als „fiktive“ Zinsen einsetzen.

bietet das Gerät zum Preis von 55.900,- Euro an. Im ersten Schritt soll dabei geprüft werden: lohnt sich die Investition überhaupt, im zweiten: wie lukrativ ist CEREC im Vergleich zu anderen Behand-

aussehen (Tab. S.11 und 12). Jetzt können Sie berechnen, nach welcher Zeit sich CEREC amortisiert hat und der break even erreicht ist. Dazu teilen Sie die „Investitionskosten gesamt“ durch den „CEREC Ertrag pro Jahr“. Erst wenn der break even erreicht ist, verdienen Sie wirklich Geld mit der Maschine. Je früher Sie den break even erreichen und je länger Sie danach die Maschine einsetzen können, bevor Sie eine neue kaufen müssen, desto rentabler ist die Investition. Macht man eine break-even Berechnung auf monatlicher Basis, zeigt sich, dass etwa ab der 6. Restauration pro Monat die Gewinnschwelle erreicht wird. Nun wird durch CEREC kein neuer Umsatz generiert, sondern es werden auch andere Restaurationsmethoden ersetzt. Deshalb macht es Sinn zu berechnen, wie rentabel ist das CEREC-Verfahren im Vergleich zu anderen Restaurationsverfahren. Dabei werden sowohl Indikationsgrenzen als auch qualitative Aspekte der einzelnen Behandlungsmethoden nicht betrachtet. Es wird dabei unterstellt, dass der Zeitbedarf für eine Amalgam-Füllung bei 15 Minuten, für eine Composite-Füllung bei 20–30 Minuten und für eine Laborkrone bei knapp 45 Minuten liegt. Individuelle Werte können davon natürlich abweichen, insbesondere bei aufwändigen Laborkronen. Die Werte für den Umsatz pro Restauration sind ebenfalls Durchschnittswerte, bei denen z.B. nicht zwischen ein- oder mehrflächigen Füllungen unterschieden wurde. Im individuellen Einzelfall kann anhand der persönlichen Fallstatistik diese Rechnung präziser aufgemacht werden. Die Nutzungsdauer der CEREC-Einheit wurde mit fünf Jahren und die durchschnittliche Anzahl der Restaurationen mit 15 pro Monat angenommen. Auf dieser Basis wurden die „anteiligen Investitionskosten CEREC“ berechnet. Bei durchschnittlich 20 Restaurationen pro Monat sinken sie auf 52,90 Euro und bei durchschnittlich 30 Restaurationen auf 35,30 Euro. Dieser Wert ist wichtig und interessant, aber die spannendere Größe ist die, wie sich der Ertrag pro Restauration auf den Jahresertrag auswirkt. Dazu muss nur noch der durchschnittliche Ertrag pro Res-

CEREC-Umsatz pro Restauration	350€	350€	350€
Materialkosten	15€	15€	15€
Praxiskosten	150€	150€	150€
CEREC-Ertrag pro Restauration	185€	185€	185€
durchschnittliche Anzahl Restaurationen pro Monat	15	20	30
CEREC-Ertrag pro Monat	2.775€	3.700€	5.550€
CEREC-Ertrag pro Jahr	33.300€	44.400€	66.600€
<b>Amortisationsdauer (break even) in Jahren</b>	<b>1,9</b>	<b>1,4</b>	<b>1,0</b>

ANZEIGE

**Universell und puderfrei registrieren**

**R-SI-LINE® METAL-BITE®**

R-dental  
Dentalerzeugnisse GmbH  
Tel. +49 (0) 40 - 22 75 76 17  
Fax: +49 (0) 40 - 22 75 76 18  
E-mail: info@r-dental.com  
r-dental.com

**R** dental  
Biß zur Perfektion

	CEREC	Amalgam	Composite	Laborkrone
Dauer einer Restauration in Minuten	60	15	20	43
durchschnittlicher Umsatz pro Restauration	350,00 €	40,00 €	90,00 €	375,00 €
Materialkosten	15,00 €	2,50 €	15,00 €	15,00 €
Laborkosten				179,00 €
Anteilige Investitionskosten	70,60 €			
Praxiskosten	150,00 €	37,50 €	50,00 €	112,50 €
Ertrag pro Restauration	114,40 €	€	25,00 €	68,50 €

\* bei durchschnittl. 15 Restaurationen pro Monat

Rentabilität von CEREC im Vergleich.

<b>durchschnittliche Anzahl der Restaurationen pro Monat</b>	15	20	30
durchschnittlicher monatlicher Ertrag mit CEREC	1.716 €	2.641 €	4.491 €
durchschnittlicher monatlicher Ertrag mit Amalgam	0 €	0 €	0 €
durchschnittlicher monatlicher Ertrag mit Composite	375 €	500 €	750 €
durchschnittlicher monatlicher Ertrag mit Laborkrone	1.028 €	1.370 €	2.055 €
durchschnittlicher jährlicher Ertrag mit CEREC	20.593 €	31.693 €	53.893 €
durchschnittlicher jährlicher Ertrag mit Amalgam	0 €	0 €	0 €
durchschnittlicher jährlicher Ertrag mit Composite	4.500 €	6.000 €	9.000 €
durchschnittlicher jährlicher Ertrag mit Laborkrone	12.330 €	16.440 €	24.660 €

Wie kann sich eine CEREC-Investition auf den Gewinn auswirken.

tauration mit der durchschnittlichen Anzahl Restaurationen pro Monat multipliziert und aufs Jahr hochgerechnet werden. Das bedeutet, dass sich CEREC im Vergleich zu alternativen Restaurationen finanziell auf jeden Fall lohnt. Neben der Wirtschaftlichkeit gibt es natürlich viele weitere Aspekte, ob und wie sich CEREC in die Praxis integrieren lässt, mit einfließen. Zuletzt noch ein paar Worte zur Finanzierung. Wer eine Investition aus Eigenmitteln bezahlt, sollte anstelle der Finanzierungszinsen unbedingt fiktive Zinsen für entgangene Kapitalerträge einrechnen. Wenn Sie Ihr Kapital vorher in Zinspapieren angelegt hatten, dann kann das der Zins sein, den Ihnen die Bank vorher bezahlte. Waren es Aktien oder Aktienfonds, dann sollten Sie den durchschnittlichen Wertzuwachs der letzten fünf Jahre oder hilfsweise rd. 10% p.a. als entgangenen Kapitalertrag ansetzen. Modelle mit steigender Ratenhöhe oder einer Finanzierungsdauer, die die Abschreibungsdauer überschreitet, sollten Sie nur dann wählen, wenn Sie wirklich knapp bei Kasse sind und Ihre Liquidität schonen müssen. Leasing ist im Normalfall immer teurer als eine Kreditfinanzierung. Beim Kredit bezahlen Sie Zins plus Tilgung. Beim Leasing setzt sich die Rate im Grunde aus Zins plus Tilgung plus Gewinnmarge der Leasinggesellschaft zusammen. Leasing lohnt sich von den reinen Zahlen her deshalb nur dann, wenn z.B. der Hersteller die Leasingrate subventioniert. In dem Fall ist es aber meist lukrativer, wenn Sie aushandeln, dass der Verkäufer Ihnen die Leasingsubvention als Rabatt auf den Kaufpreis nachlässt. Dann haben Sie weniger zu finanzieren, weniger zu tilgen und weniger zu verzinsen. Weil Banken aber im Hinblick auf die neuen Basel II-Richtlinien zunehmend restriktiv Kredite vergeben und auch sehr darauf achten, dass die gesamte Kreditsumme ihrer Kunden überschaubar bleibt, gewinnt Leasing wieder an Attraktivität. Oft sind Leasinggesellschaften nicht ganz so pingelig wie Banken, und Sie müssen in der Bilanz nicht ganz so viele Kredite ausweisen, das erleichtert unter Umständen Ihrer Hausbank, den Kontokorrentrahmen zu halten. Insofern kann der etwas höhere Preis für Leasingfinanzierungen durchaus gut angelegtes Geld sein. ◀







# CAD/CAM-Fertigungsverfahren – neue Ansätze und Wege

*Inzwischen werden eine Vielzahl verschiedener Systeme zur CAD/CAM-Fertigung von Zahnrestorationen für die Zahnmedizin angeboten. Bei vielen Gemeinsamkeiten werden teilweise auch sehr unterschiedliche Konzepte und Strategien verfolgt. Am Schluss muss die Wirtschaftlichkeit solcher Systeme und auch die klinische Eignung des damit gefertigten Zahnersatzes stehen. Im Folgenden wird aufgezeigt, was die Grundpfeiler einer modernen CAD/CAM-Technologie auszeichnet und mit welchen aktuellen Erneuerungen die einzelnen Systeme die Zukunft der Zahnmedizin angehen.*

► **Prof. Dr. Albert Mehl**

Bei den computergestützten Herstellungsverfahren (CAD/CAM) ist das Zusammenspiel von drei Komponenten wichtig:

- 3-D-Datenerfassung der Präparation und/oder Modellation
- CAD-Modellation am Bildschirm und/oder Berechnung der Zahnrestoration
- Computergesteuerte Fertigung der Zahnrestoration mittels des unter 2. berechneten und konstruierten Datensatzes.

Jede Komponente muss dabei die Voraussetzung bieten, die Erstellung eines qualitativ hochwertigen und gut passenden Zahnersatzes zu gewährleisten. Qualitätsabstriche in einem Teilbereich können so die Anwendbarkeit eines CAD/CAM-Systems einschränken. Die Hersteller sind daher bemüht, in jedem einzelnen Teilschritt die Voraussetzung für eine möglichst große Indikationsbreite, einfache Benutzerführung und hohe Genauigkeit zu schaffen. Dabei unterscheiden sich die einzelnen technologischen Ansätze teilweise stark.

zum einen zwischen der mechanischen und optischen Vermessung und zum anderen zwischen der intraoralen und extraoralen Vermessung unterschieden. Der Vorteil von mechanischen Sensoren ist, dass prinzipiell sehr hohe Genauigkeiten bis zu 1 µm erzielt werden können, allerdings nur bei eher ebenen Objektoberflächen. Nachteilig ist die lange Messzeit, die von der Größe des Objektes und vom Abstand zwischen den Messpunkten abhängt. Bei Zahnrestorationen wird allgemein eine Genauigkeit von 50 µm gefordert, sodass der Punktabstand mindestens in dieser Größenordnung liegen sollte. Mit mechanischen Sensoren kommt es bei dieser hohen Anzahl an Messpunkten zu langen Messzeiten. Einen weiteren Nachteil stellen Messfehler dar, die an steilen Flanken oder Kanten wie z.B. Präparationsabhängen oder -grenzen durch Verbiegung und Torsion der Abtastnadel auftreten und zu Abweichungen führen können, die in der Größenordnung von 100 µm liegen. Massiv konstruierte Tastspitzen, die relativ starr sind, erlauben zwar genaue Vermessungen, dagegen ist keine Vermessung von Vertiefungen, wie sie bei Inlays oder Onlays auf-

## **kontakt:**

Prof. Dr. Albert Mehl  
Poliklinik für Zahnerhaltung  
und Parodontologie  
Goethestraße 70  
80336 München  
E-Mail:  
Albert.Mehl@dent.med.  
uni-muenchen.de

### **Vermessung der Präparation**

Bei der 3-D-Datenerfassung wird zurzeit

treten, möglich (z.B. Procera). Im Gegensatz zu den mechanischen Verfahren arbeiten optische Sensoren berührungslos. Kanten und Ecken stellen keine Probleme mehr dar. Speziell für die Vermessung von Inlay- bzw. Onlaypräparationen sind sie daher den mechanischen Sensoren vorzuziehen. Die Messsysteme können sowohl als Punktsensoren als auch als Linien- oder Flächensensoren eingesetzt werden. Bei den letzten beiden werden mehrere Oberflächenmesspunkte gleichzeitig erfasst, was zu enormen Zeitvorteilen führt. Im Vergleich zu Flächensensoren weisen Liniensensoren auf Grund physikalischer Gesetzmäßigkeiten prinzipiell eine höhere Genauigkeit auf. Für intraorale Messungen kommen auf Grund der kurzen Messzeit nur Flächensensoren in Frage (z.B. Cerec). Das Grundprinzip der meisten optischen Messverfahren ist die Triangulation, bei der aus einer Richtung die Objektoberfläche beleuchtet und aus einer anderen Richtung das entstehende Bild betrachtet wird. Dieser Winkel zwischen Beleuchtung und Beobachtung führt allerdings auch dazu, dass im Falle tiefer Präparationen Kavitätenwände und Nachbarzähne das Messfeld abschatten können. Neuere kollineare Messverfahren, bei denen der Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang auf der gleichen Achse liegen (z.B. Optimet, Frankfurter System), weisen diese Abschattungsprobleme nicht mehr auf. Allerdings muss beachtet werden, dass insgesamt eine Vermessung von sehr steilen Flächen ungenauere und weit auseinanderliegende Messwerte ergibt. Für Vermessungen mit hoher Präzision sollte man die Präparation von verschiedenen Seiten vermessen (Abb. 1). Dies wird z.B. mit den Scannern von etkon, Girrbach etc. oder mit dem neuen Cerec-3D-System bewerkstelligt. Die Genauigkeit von optischen Vermessungen hängt empfindlich von der Reflektivität und der Streuung der Oberfläche ab. Da die Zahnoberfläche transparent ist, muss zur exakten 3-D-Vermessung vorher trockengelegt und mit weißem Pulver oder Lack beschichtet werden. Gips dagegen bietet sehr gute Verhältnisse für optische Vermessungen. Zurzeit wird daher die extraorale Vermessung vorzugsweise eingesetzt, wie die Entwicklungstendenz bei den Systemen zeigt (z.B. Bego, DCS, Girrbach, etkon,

KaVo, ESPE). Ein weiterer Vorteil bei der Vermessung von Präparationen extraoral am Sägemodell ist, dass die Präparationsgrenze ohne störende Blutung, Speichelfluss oder Sulkusfluid vermessen werden kann. Die vollständige dreidimensionale Erfassung der Präparation ist bei einigen Systemen extraoral bereits mit einer Genauigkeit von 10 – 15 µm möglich und intraoral mit ca. 25 µm.

**CAD-Konstruktion**

Die einfachste Variante, die Erstellung von Gerüstdatensätzen, ist bei vielen Herstellern schon weitgehend ausgereift. Die einzige Verbesserung, die man sich noch wünschen könnte, ist im Falle der Brückengerüste eine weitergehende Automatisierung, sodass z.B. der Vorschlag für Zwischenglieder und Konnektoren besser an die gegebene Situation angepasst wird oder dass die Gestaltung einer reduzierten Krone möglich wird, um für die Verblendung eine gleichmäßige Schichtstärke zu bekommen. Für die funktionelle Kauflächengestaltung gibt es mehrere Ansätze. Ein Ansatz geht über die Vermessung eines konventionell modellierten Zahnersatzes. Durch Vereinigung der Datensätze von modellierter Restauration und Präparation erhält man das gewünschte Ergebnis. Dieses Verfahren bietet zwar keinen großen Zeitvorteil, erlaubt jedoch jetzt schon in „einfacher“ Weise die Erzeugung eines funktionell gestalteten Zahnersatzes (z.B. etkon, Girrbach, Cerec). Des Weiteren versucht man den konventionellen Modellationsvorgang am Monitor zu simulieren, indem man durch Bereitstellung verschiedener Software-Tools Schritt für Schritt die Kaufläche aufbaut. Die Schwie-

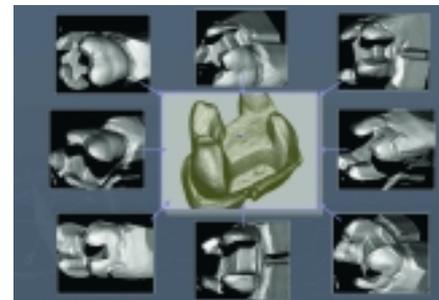


Abb. 1: Die Präparation wird mit optischen Scansystemen aus verschiedenen Richtungen dreidimensional vermessen. Durch das automatische Überlagern und Zusammenfügen von verschiedenen Ansichten erhält man die vollständige 3-D-Information der Präparation, die Ausgangspunkt für die weitere Berechnung im CAD/CAM-Prozess ist.

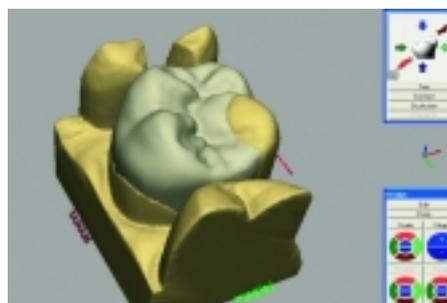


Abb. 2: Die neue CAD-Software von CEREC 3D (Sirona). Neben der vollen 3-D-Darstellung von Präparation und berechneter Zahnrestauration sind vor allem Neuerungen wie die verbesserte Kauflächen-, Kontaktpunkt- und Approximallächengestaltung hervorzuheben.

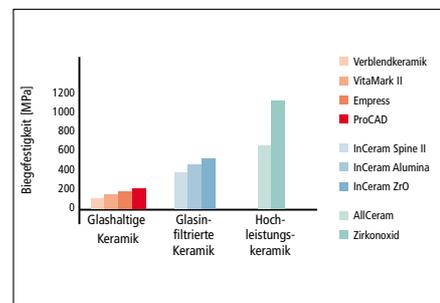


Abb. 3: Bruchfestigkeiten von Keramiken (Werte aus der Lit.). Speziell die Hochleistungskeramiken lassen sich nur im CAD/CAM-Prozess sinnvoll bearbeiten.

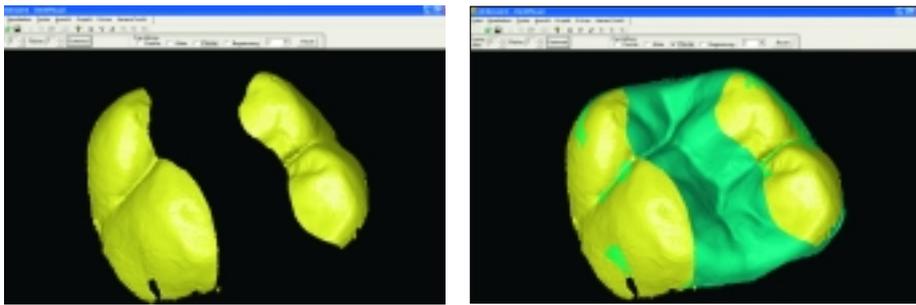


Abb. 4 und 5: Diese Abbildungen zeigen die Möglichkeiten bei der Computer-Berechnung der Kaufläche. In Abbildung 4 ist die nach Inlaypräparation noch vorhandene Restzahnsubstanz zu sehen. Der neu entwickelte Algorithmus passt sich an die Restzahnsubstanz einer Kaufläche an, die in Form einer mathematischen Beschreibung vorliegt. Durch Lernen und Analysieren einer großen Anzahl von Bibliothekskauflächen konnte diese mathematische Formulierung gefunden werden. Die Kombination und unterschiedliche Gewichtung aus bestimmten gemeinsamen Strukturen (Hauptachsen) erlaubt die Berechnung nahezu aller möglichen natürlichen Zahnformen (biogenerisch). In Abbildung 5 ist das Ergebnis dieser automatischen, ohne von einem Benutzer modellierten oder veränderten Kaufläche zu sehen (dunkelblau: Bereich der Kavität, hellblau: Überlagerung mit der Restzahnsubstanz).

rigkeit besteht hier darin, dreidimensionale Geometrien auf den zweidimensionalen Bildschirm zu visualisieren.

Zur Zeit zielen aktuelle Forschungsarbeiten auf die Simulation von statischer und dynamischer Okklusion am Bildschirm, die wiederum die Grundlage der Konstruktion funktionaler Kauflächen bildet. Ausgangspunkt sind dabei sowohl Registrare in statischer Okklusion und Daten von elektronischen Gelenkbahnregistriersystemen. Im Bereich der Software setzen sich immer mehr anwenderfreundliche Oberflächen wie Windows durch (z.B. Cerec 3D, Abb. 2). Trotzdem führen zunehmende Interaktionsmöglichkeiten zu komplexer CAD-Software, die als Expertensystem einen hohen Schulungsaufwand erfordern. Erstrebenswert, aber auch am schwierigsten, erweist sich der Weg über eine nahezu automatische Kauflächengestaltung ohne oder mit wenig Interaktion seitens des Benutzers. Hierfür müssen mathematische Gesetzmäßigkeiten der Kauflächen- und Außenflächengestaltung bekannt sein. Im Rahmen unserer Forschungen wurden vor kurzem erstmalig solche Gesetzmäßigkeiten gefunden, mit deren Hilfe sich theoretisch in jeder Situation eine natürliche (biogenerische) Kaufläche vollautomatisch berechnen lässt (Abb. 4 und 5). Gerade bei Berücksichtigung dieser Tatsache liegt im Bereich der Computer-Modellierung ein großer Vorteil der CAD/CAM-Technologie. Man kann durch Einsatz von okklusalen und funktionellen Registraten die zeitaufwändige Prozedur der Modellherstellung für den Gegenkiefer und das schädelbezügliche Einartikulieren

umgehen. Nach der Vermessung von Registrat und Präparation kann die Lage der Kontaktpunkte gewählt werden. Anhand dieser Kontaktpunktverteilung und evtl. weiterer charakteristischer Punkte (z.B. Höckerspitzen, Approximalkontakt) kann das Programm einen gut passenden Zahn berechnen, ihn an der entsprechenden Stelle einfügen und schließlich noch auf Kollision mit dem Registrat prüfen. Erste Versuche erscheinen vielversprechend, eine klinische Bewährung steht aber noch aus.

### CNC-Bearbeitung

Das Anfertigen der berechneten Zahnrestauration erfolgt in computergesteuerten Fräsmaschinen. Um jede beliebige Restorationsform fertigen zu können, benötigt man prinzipiell 5-Achs-Maschinen. Im Großteil aller Fälle, die im klinischen Alltag auftreten, genügen jedoch 3-Achs-Varianten mit Werkstückwender, die deutlich billiger sind und für die auch die Steuerungssoftware schon ausgereifter ist. Damit der Herstellungsprozess möglichst automatisiert abläuft, sind zumindest Werkzeugwechsler (Auswechseln verschiedener Fräser), Werkstückwender (Bearbeiten der Restauration von oben und unten) und Verschleißkontrollsysteme für die Werkzeuge unabdingbar. Wünschenswert wäre auch noch eine Bestückungsvorrichtung, mit deren Hilfe gleich mehrere Restaurationen in einem Arbeitsschritt gefertigt werden können und dadurch ein 24-Stunden-Betrieb ermöglicht wird.

In den letzten Jahren hat sich in diesem Sektor in der produzierenden Industrie sehr viel getan. Mit oben genannten Ausstattungsmerkmalen können heutige Frässysteme Genauigkeiten bis zu 1 µm auch bei komplizierten Geometrien liefern.

Natürlich sind hierfür auch die Preise entsprechend hoch. Damit sich CAD/CAM-Systeme für das Labor wirtschaftlich rechnen, muss der Preis für die Fräsmaschinen deutlich niedriger liegen, verbunden mit entsprechenden Einbußen an der Präzision. Im Augenblick kann man festhalten, dass bei den meisten CAD/CAM-Anlagen die Fräseinheit die Schwachstelle bezüglich der Genauigkeit darstellt. Bei richtiger Indikation und Einhaltung der Präparationsrichtlinien können Restaurationen trotzdem bei den

einzelnen Systemen mit Passgenauigkeiten von 50–80 µm gefertigt werden (Abb. 6 bis 8). Neben der konventionellen Frästechnologie gibt es auch schon Überlegungen, mittels neuartiger Lasersinterverfahren Zahnrestorationen herzustellen. Hierbei wird eine endgültige Form dadurch gebildet, dass man vorgefertigtes Materialpulver in definierten gleichmäßigen Schichten aufträgt und in jeder Schicht nur den Bereich durch Laserstrahlung verschmilzt oder sintert, der durch die Abmessungen des Datensatzes an dieser Stelle vorgegeben ist (z.B. Bego).

So kann die gewünschte Restauration Schicht für Schicht ähnlich wie bei einem 3-D-Drucker aufgebaut werden. Der Vorteil ist, dass keine mechanischen Verschleißteile mehr vorhanden sind und jede beliebige Form angefertigt werden kann. Gerade für die Fertigung von Inlay- und Onlayversorgungen scheint diese Vorgehensweise geeignet zu sein.

### CAD/CAM-Materialien

Eine stattliche Palette an unterschiedlichen Materialien wird inzwischen für den CAD/CAM-Prozess angeboten. Es handelt sich hierbei um Komposite, glashaltige und glas-infiltrierte Keramiken, Hochleistungskeramiken wie Aluminiumoxid und Zirkonoxid, Titan und sogar Gold. Wissenschaftliche Studien zeigen eindeutig, dass besonders für Keramiken und Titan im CAD/CAM-Prozess werkstoffspezifische Vorteile im Vergleich zur herkömmlichen Vorgehensweise bestehen. Hochleistungskeramiken wie Zirkonoxid und Aluminiumoxid lassen sich nur im CAD/CAM-Prozess bearbeiten (Abb. 3). Auch für Komposite und für Gold werden entsprechende Vorteile diskutiert.

### Wirtschaftlichkeit von CAD/CAM-Systemen

Nur wenn Kosten, Qualität und Auslastung von CAD/CAM-Systemen in einem vernünftigen Verhältnis stehen und zu einem entscheidenden Vorteil gegenüber konventionellen Verfahren führen, kann sich die CAD/CAM-Technologie auf Dauer durchsetzen. Als interessant hervorzuheben sind bei dem gegenwärtigen technischen Entwicklungsstand die Varianten mit zentralisierten Fertigungsstätten. Dezentrale Scan-



Abb. 6: Zirkondioxid-Kappchen (Schichtstärke ca. 0,6 mm).



Abb. 7: Verblendete Zirkondioxid-Kronen.

nersysteme erfassen im gewerblichen Labor oder im Praxislabor die Präparationen, der Datensatz wird per Modem und Internet an ein Fräszentrum weitergeleitet und die „produzierte“ Zahnrestauration wiederum zurückgesandt. Trotz der unter Umständen hohen Anschaffungskosten qualitativ hochwertiger Systeme könnte hier durch die hohe Auslastung, bessere Logistik, spezialisiertes Personal und größere Materialvielfalt die wirtschaftliche Umsetzung der CAD/CAM-Technologie möglich sein.

### Klinische Bewährung

Aktuelle In-vivo-Studien betrachten vor allem den Randspalt einer Restauration und die klinische Überlebensrate (Abb. 6 bis 8). Die Ergebnisse zeigen, dass die Randspaltbreite innerhalb einer gewissen Bandbreite bei adhäsiv befestigten Restaurationen keinen unmittelbaren Rückschluss auf die zu erwartende Überlebensrate haben. CAD/CAM-gefertigte Einzelzahnversorgungen verfügen über eine über zehnjährige klinische Bewährung mit Überlebensraten von 90 Prozent. Hierbei hat die Größe der Keramikrestauration keinen Einfluss auf die Erfolgsprognose. Mehrgliedrige Brücken aus Infiltrationskeramik und Zirkonoxidkeramik sind noch Gegenstand von klinischen Langzeituntersuchungen. Abschließende Aussagen hierzu liegen noch nicht vor. Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Präzision einer CAD/CAM-gefertigten Restauration immer die Summe aller Einzelschritte der Prozesskette enthält. Fehler des Anwenders, die aus der Interaktion mit dem CAD/CAM-System entstehen, bleiben für die Gesamtpräzision eine schwer fassbare Größe. Die technische Entwicklung wird diesen Fehler aber zunehmend minimieren. ◀



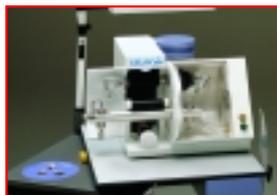
Abb. 8: Mehrspannige Brücke aus Zirkondioxid.



	<b>3M ESPE AG</b>	<b>Bego Medical AG</b>	<b>DCS Dental AG</b>
Adresse	Espe Platz, 82229 Seefeld	Wilhelm-Herbst-Str. 1, 28359 Bremen	Gewerbestr. 24, CH-4123 Allschwil
Homepage	www.3mespe.com	www.bego-medical.de	www.dcs-dental.com
Ansprechpartner	über Hotline 08 00/2 75 37 73	Sabine Voß 04 21/2 02 81 78	Stephan Schopp
System-, Produktname	Lava Vollkeramiksystem	BEGO Medifacuring	DCS PRECIDENT® System
Produktionsart	Interne Produktion	Laser-Sinter-Verfahren	interne Produktion
erhältlich ab/seit	2001	01.11.2002	1989 (1. Generation) s. 1999 M4 (4. Gener.)
<b>Mögliche Indikation</b>			
Einzelkronen	ja	ja	ja
Brücken bis 3-gl.	ja	ja	ja
Brücken mehr als 3-gl.	ja	ja	ja
Inlays		geplant	Inlayschalen
Veneers		geplant	ja
<b>Werkstoffe</b>			
Aluminiumoxid		geplant	In-Ceram Alumina Blanks for DCS
Glaskeramik		nein	DC-Cristall, DC-Cream
Zirkonoxid	ja (individuell einfärbbare Gerüste)	geplant	DC-Zirkon, -Leolux, -Grünli, In-Ceram Zirconia
Kunststoff		nein	DC-Tell, DC-Cast
Titan		ja	DC-Titan
Gold-Legierungen		ja	ja
<b>Maschinelle u. zahntechn. Herst.</b>			
Modellation	durch Software am PC	per CAD-Software	mittels Software am PC
Gerüst	Automatischer Fräsvorgang mit Lava Form	Laser-Sinter-Verfahren	vollauto. Fräs. m. DCS PRECIMILL®
Verblendung	konventionell im Labor mit Lava Ceram	mit konventionellen Verblendkeramiken	konvent. i. Labor m. entspr. Verblendkeram.
<b>Hardware/Herstellertechnik</b>			
Scanner	lichtoptisch	optisch	optisch
Scantechnik	Streifenlichtprojektion	Streifenlichtprojektion	Laser/CCD Triangulation
Genauigkeit	20 µm	20 µm	optimal
Scanzeit je Einheit	6 Min./Krone; 8 Min./Brücke	4-6 Minuten	3-5 Minuten
Kapazität je Tag	ca. 40 Einheiten		über 400 Einheiten in 24 Stunden
<b>Fräsmaschine/Sinterofen</b>			
Einrichtzeit	vollautomatisch	entfällt	DCS PRECIMILL® ca. 5 Minuten
Fräszeit je Einheit	ca. 30 Minuten	entfällt	Zirk. ca. 180 min, Leolux ca. 120 min, Tit. ca. 35 min
Fräskapazit. je Tag/Laufz. u. Kapazit.	ca. 40 Einh., Dauerbetr. (Werkst. u. Werkz.magaz.)	entfällt	24h-betrieb vollautomatisch
<b>Software/Herstellertechnik</b>			
Werkstückdesign erfolgt	durch Software am PC	per CAD-Software	im Labor am eigen. Scanner o. am ext. Scanner
Softwaregest. Einzelstumpf:	Gerüst	automatisch	
Gerüst/ Okklusion		per CAD-Software	ja/bedingt
Softwaregestalt. Brücke: Gerü./Okklu.	Gerüst	per CAD-Software	ja/bedingt
<b>Sonstiges</b>			
Datenübermittlung/-sicherheit	integriert	hohe Verfügbar. u. Datensicherh., da n. ü. Internet	int. üb. Telefonleitg., v. extern per Modem
zusätzlich benötigte Komponenten	keine	keine (ISDN-Leitung)	keine
<b>Service</b>			
Produkteinweisung	ja	Einweisung vor Ort	ja
Installation der Komponenten	ja	werkseitig	ja
Schulung/Kurse	ja	werden angeboten	Bedienerschul. f. 3 Pers. i. Kaufpreis enth.
technische Beratung	ja	Hotline	ja
Auftragsnachverfolgung im Internet		geplant	nein
Softwareupdate	ja	regelmäßig	ja, kostenlos
Hardware	ja		im Systempreis enthalten
Alternativen bei Ausfall der Einheit	User Help Desk 3M ESPE/3-stufig. Servicekonz.	geplant	Fräsarb. werd. i. DCS-eig. Lab. hergest.
sonstiges	Marketingunterstützung		Servicevertr.
<b>Bestell-, Einkaufsmöglichkeiten</b>			
Direkt/Online-Bestellmöglichkeit		Direktvertrieb	ja
Handel	Lava Verbrauchsmaterial		nein
Kosten			DCS PRECIDENT® System 123.480,- €
Anschaffung	161.000,-€	ab 34.900,-€	s.o.
Material		EMF, Titan inkl. / EM zum Tagespreis	Zirk. 245,-€, Leolux 175,-€, Cristall 155,-€, ...
Unterhalt	abhängig von der Auslastung	keine (Telefongebühren)	Wartungsvertrag p.a. 2.000,-€
je Werkstück	abhängig von der Auslastung	EMF, Titan, EM je 34,-€/Keramik auf Anfrage	materialabhängig
<b>Spezielles</b>	individuell einfärbbare Zirkonoxidgerüste, Lava CAD/CAM-Vollkeramiksystem ist geeignet für Fräszentren (hoher Rationalisierungsgrad), mehrere Fräszentren in Deutschland und den USA etabliert	EMF-Legierungen, CoCr, einziges aufbauendes Verfahren, optional offene Schnittstelle	ältere DCS-Systeme können auf neuesten Stand aufgerüstet werden DC-Cor – Korrekturmasse für Zirkonoxid DC-Liner – Effektmasse für Zirkonoxid



DequDent GmbH	etkon AG, Centr. f. digit. Zahntechnologie	Girrbach Dental GmbH	KaVo
Rodenbacher Chaussee 4, 63457 Hanau www.cercon-smart-ceramics.de	Lochhamer Schlag 6, 82166 Gräfelfing www.etkon.de	Dürrenweg 40, 75091 Pforzheim www.girrbach.de	Wangener Str. 78, 88293 Leutkirch www.kavo-everest.com
Jürgen Pohling, Produktmanager Cercon®smart ceramics CAM-gestütztes Vollkeramiksystem Dezember 2001	Fr. Kirsti Havenstein Scanner „es1“ externe Produktion März 2001	Karl Girrbach, Hans-Georg Schulz Digident® CAD/CAM 1999	Martina Kürzinger Everest® Interne Produktion Juli 2002
ja	ja	ja	ja
ja	ja	ja	ja
ja	ja, bis 14-gliedrig	ja	ja
Inlaybrücken mit Cercon ceram Press	in Planung	ja	ja
	in Planung	ja	ja
	ja	ja (In Ceram®)	
	ja	ja DigiCeram	Everest G-Blank
ja	ja	ja Digizon (R)	Everest ZS-Blank/Everest ZH-Blank
	ja	ja DigiTemp	
	ja	ja DigiTan®	Everest T-Blank
	ja	ja	
zahntechnisch	d. Software etkon visual a. PC o. i. Fräscenr.	CAD einschl. Okkl., Wachs-Scan möglich	durch Softw. a. PC o. dur. Wax-up Technik
CAM-gestützt	Fräsen aus Vollmaterial	ja, Fräsen aus Vollmaterial	Fräsen aus Vollmaterial
zahntechnisch	konventionell i. Lab. mit Verblendkeramik	konventionell	konventionell im Labor m. Verblendtechnik
Laserscanner	„es1“	DigiScan – optisch	optisch
Punktlicht	optisch/Laserlichtschnittverfahren	Gray Code (Weißlicht-Streifenprojektion)	Streifenlichtprojektion
< 50 µm (Randspalt)	5 µm	< 12 µm	< 20 µm
inkl. Fräszeit: abh. v. Rohl.gr. u. Objektanz.	ca. 45 s/Zahn, 90 s/Kiefer	2–4 Min. mit bis zu 6 Einheiten pro Zyklus	ca. 4 Min. inkl. Datenspeicherung
inkl. Fräsvorg.: abh. v. Rohl.gr. u. Objektanz.	bis zu 1.400 Einzelkronen/Tag	10-50 Einheiten (materialabhängig)	material- und indikationsabhängig
je nach Objektanzahl	nicht erforderlich	2 Minuten	< 2 Min. pro Einheit
inkl. Scanz.: abh. v. Rohl.größe u. Objektanz.	n.e., da Fräscenr.	20 – 120 Minuten (materialabhängig)	material- und indikationsabhängig
inkl. Scanz.: abh. v. Rohl.größe u. Objektanz.		12 – 50 Einheiten (materialabhängig)	material- und indikationsabhängig
durch manuelle zahn. Modellation	im Labor	CAD am Rechner	CAD am Rechner oder Modellation
	vollautomatisch	ja	ja
	ja/in Planung	ja	ja
	ja/in Planung	ja	ja
erfolgt innerhalb d. Gerätes automatisch	(FTP, ISDN, DSL)/Passwortsch., Linux-Syst.	LAN	LAN Ansch./geschlossenes Syst. gewährt.
Turbine mit Wasserkühlung	Euro ISDN- Anschluss	Fernwartungsmod. und -Softw. (i.Kaufpr.)	Mod. o. ISDN-Karte i. System integriert
durch technische Berater	im etkon-Schulungszentrum	Grundschulung u. System-Inbetriebnahme	ja
durch Service-Techniker	durch den etkon-Service	eigene Service-Techniker	erfolgt durch den KaVo Service
werden angeboten	im etkon-Schulungszentrum		3 Tage Einführungsschulung
after sales Service und	fernmündlich/Außend./online-Fernwart.	in Pforzheim d. CAD/CAM-Zahntechniker	Everest Hotline: 0 18 05/3 83 73 78
weiter. Betreu. nach indiv. Kunden-Bedarf	in Planung	Digident-Hotline 0 72 31/95 70 55	
	online-update-Service durch Kunden	noch nicht	ja, CD-ROM
kostenfrei	ja, Komplettsystem	ca. 2x jährlich kostenlos (Fernwartung)	Everest Hotline: 0 18 05/3 83 73 78
erw.. fähig m. CAD-Modul (i. Vorbereit.)	Austauschgerät innerhalb 48 Stunden	1 x jährl. Inspektion i. Kaufpreis enthalten	Everest Hotline: 0 18 05/3 83 73 78
schnelle Hilfe d. dezentrale Service-Techn.	bei Software 100% Fernwartung möglich	Datenübermi. z. beliebig. Digident-Fräscenr.	
ja	ja/nein	Girrbach shop www.girrbach.de	ja
	ja	entfällt	Everest Syst. inkl. Softwa.: 89.900,- €
	Kauf/Leasing	günstig	
€/Syst. 57.000 inkl. Cercon Grundausstatt.	29.900,- € inkl. Software und Schulung	148.800,- € (Syst.ein. ab 80.000,- M3A-2. Ha.)	
4-Rohl.gr., €/St. 41,-/121,-/156,-/280,-	je Einheit und je Material ab 20,- €	lt. Preisliste von 3,- € bis 20,- € pro Einheit	T. ab 6,60 €, GK. ab 11,60 €, Zirk. ab 37,- €
	wartungsfrei	ca. 10,- €/Tag (Energie)	auf Anfrage
€/Einh. 2,30 € f. Werkz. u. Verbrauchsmat.		6,- € bis 18,- € Werkz.kost. pro Einh.	material-indikations- u. Auslastungsabhän.
Kunden-Individ. Angebote für den System-	!off. STL-Schnittst.!: Versand z. and. Anbiet-	Teleskopsoftware, Inlaysoftware, Wirt-	Sich. Erkenn. unt.sichgeh. Stelle Autom. Prä-
Einstieg, Konstruktionselemente Hilfst. Cer-	tern o. zu eig. Fräsmaschine i. Labor mögl.:	schaftliche Rundrohlinge in Titan-Legie-	par.grenzenerkenn. fünftachs. Fräs-/Schleif-
con link, Verblendkeramik Cercon ceram S,	einf. Bedien.: kürz. Scanz.; unterschiedl., Fi-	rung u. Zirkoniumdioxid für ganze Zahn-	ma., Doppelspin., Patentier. Einbettverf.
Presskeramik Cercon ceram Press, Mar-	nanzier. angeb. mögl.; Vermess. diververgier.	bogen, „Probierfräsen“ und Workshop mit	Spez. Leasingangeb., umfäng. Ever.Mar-
keting.-Training f. d. Zahntechnische Labor	Stüm., ab November 2003: NEM!;	Patientenarbeiten und Verblendkurse	ket.paketf. d. Lab., individ. Market.unterstütz.



Mikrona Technologie AG	Nobel Biocare Deutschland GmbH	Renishaw GmbH	Sirona Dental Systems GmbH
Wigartestr. 8, CH-8957 Spreitenbach www.mikrona.com	Stolberger Str. 200, 50933 Köln www.nobelbiocare.com	Karl-Benz-Str. 12, 72124 Pliezhausen www.renishaw.com	Fabrikstraße 31, 64625 Bensheim www.sirona.de
Felix Huber CELAY	Rainer Woyna Procera®	Dr. Rainer Krug Triclone 90	Antje Casimir CEREC 3/CEREC Scan
interne Produktion 1991	Externe Produktion 1993	4. Quartal 2003	interne Produktion seit 1986
ja	ja, (Procera® Kappe)	ja	ja
ja	ja, (Procera® Brücke)	ja	ja (optional)
möglich	ja, in Titan als Procera® Implant Bridge	ja	
ja		ja	ja
ja	ja		ja
ja			ja (optional)
ja	ja		ja (optional)
möglich			ja
nein	ja, für Procera® Implant Bridge u. Abutments		
nein			
lichhärtender Kunststoff CELAY-TECH Fräsen aus Vollmaterial	durch Software oder Wax-up-Technik Hight.-Herstell. Outsourc. m. Fräs-Sintertech.		durch Software (dreidimensional) am PC
konventionell mit Verblendkeramik	konvent. i. Lab. mit Verblendkeramik		ja (optional) ja (optional)
mechanischer Kontakt abtasten	Procera® Piccolo oder Procera® Modell 50 mechanoelektronisch	taktil analoger Taster	optisch 3-D-Messkamera o. Laserpunktsc. Tringilationsverfahren
15 µm	5 µm	5 µm	25 µm
i. Fräszeit enth., keine separate Scanzeit	45 – 180 Sek., Geschwindigkeit einstellbar Produktion unbegrenzt	4 min pro Krone, 12 min für Brücke	CEREC 3-D-Messkamera: 0,4 Sek./Aufn. 480
3–5 min 12 min Inlay – 30 min Brücke ca. 30 Einheiten in 8 Std.	Produktion unbegrenzt		1 min 15 min. Inlays/Onlays/Vollkronen/Veneers 32
durch Modellation	mit 3D-CAD Design Software	im Labor durch PC	chairside oder labside
durch Modellation	mit 3D-CAD Design Software	ja	ja, ja
durch Modellation	ja/Modellation		ja, nein
durch Modellation	ja/Modellat. u. vorgefert. Zwischenglieder		
nicht nötig	via Internet	ASCII Datensatz	DECT oder Kabel
nicht nötig	PC und Monitor (i. Lieferumfang enthalten)		b. CEREC 3: kei., b. CEREC Scan: handelü. PC
ja	ja, Schulung und Schulungssoftware	ja	ja
ja	durch Procera® Techniker	ja	ja
ja	ja	ja	ja
ja	ja, eigener Außendienst, Hotline-Service	ja	ja
nein	ja, vom Datenversand bis Wareneingang		
nicht nötig	ja	ja	ja
ja		ja	ja
Ersatzgerät	24-Stunden-Service für Scanner 5 Jahre Garantie auf Kappen	Helpdesk	ja
Fachhandel	ja/ja	ja/nein	autorisierter Fachhandel
ja			
ca. 19.000,- € inkl. Starterkit an Material 10,- € (Inlay) bis 50,- € (Brücke)	13.500,- € Piccolo, 24.990,- € Modell 50 Kappe ab 41,- € Abutment ab 95,- €	20.000,- € (Scanner)	CEREC 3: 55.900,- €, -Scan: 36.100,- € etwa 15,- € pro Restauration
bei stark. Nutzung w. 1x/Jahr Service empf.		kein Unterhalt notwendig	keine Stückabhä., indiv. Berechn. auf Anfr. mögl.
Ger. Schuls.aufwändig, das wesentliche Element d. Herst. techn. d. Zahn techn. vertr. sind. Fräsproz. sehreinfacherlernbar, kann a. Hilfskrä. deleg. werd.. Idea. Einsatz i. klein. Lab. u. Praxislabor mit tägl.wechs. Mix a. Versorg.	keine Glasinfiltration bei Zirkoniumdioxid und Aluminiumoxid, 5 Jahre Garantie a. Kappen, individ. Abutments a. Titan, Aluminiumoxid und Zirkoniumdioxid, Marketing-Unterstützung, Trainingssoftware, Leasingangebote		integrierbare intraorale Videokamera (SI-ROCAM), Digitale Röntgensoftware, Patienteninformations- CD, Patienteninformationsbroschüre, nähere Informationen über: www.sirona.de



**TEAMZIEREIS GmbH**

Quellenweg 18, 75331 Engelsbrand  
www.teamziereis.de  
TEAMZIEREIS GmbH Tel.: 0 70 82/79 26 70  
ELC Wol-Ceram  
ext. (Geräteverk.) u. int. Produk. (Lohnauftr.)  
2001

ja  
ja  
ja  
ja  
ja

ja

ja (Zirkonia)

nicht notwendig  
elektrophoretisch. Abscheid. a. Originalst.  
konvent. m. Verblendkeram. div. Herstell.

lichtoptisch  
Triangulation  
5 µ

8h 30 Teile

24 min einmalig pro Arbeitstag  
elektrophoretischer Auftrag ca. 5 min.  
8h 30 Teile

intern i. Labor, extern Stumpf oder Modell

ja  
int. nicht notwendig., ext. 2 Tage (kostenl.)  
ja (1 Tageskurs im Haus)  
ja, Tel.: 0 70 82/79 26 70  
nein (telefonische Hotline)  
extern, nach Bedarf  
extern, ja  
extern, Ersatzgerät oder Lohnauftrag  
Marketingunterstützung

ja, TEAMZIEREIS GmbH  
ja

37.800,- €, Kauf oder Leasing  
ca. 4,- €/Einheit

**ProCAD in weiteren Esthetic-Farben-Formen**

Ivoclar Vivadent hat die ProCAD Familie für Cerec 2 und Cerec 3 um acht Blöcke in Bleach- und Esthetic-Farben erweitert. Die leuzitverstärkte Glaskeramik ist jetzt für die Block-Formate I 8, I 10, I 12 und I 14 in der neuen Esthetic-Farbe E400 lieferbar. Damit umfasst ProCAD auch die graue Farbtongruppe. Das Blockformat I 14 kann ab sofort in den Esthetic-Farben E100, E200, E300 und E400 verarbeitet werden. Diese Ergänzung erlaubt das CAM-Schleifen von Vollkronen und größeren Teilkronen mit gesteigerter Transluzenz und Ästhetik. Der neue ProCAD Block Bleach/V 7–12 eignet sich für sehr helle Veneers in der gebleichten Front. Mit der abgestimmten ProCAD Produktlinie können Inlays, Teilkronen, Kronen und Veneers individuell charakterisiert, hochwertig gebrannt und zuverlässig befestigt werden.



Ivoclar Vivadent AG

Bendererstr. 2, FL-9494 Schaan

E-Mail: info@ivoclarvivadent.com, www.ivoclarvivadent.com

**VITA In-Ceram®-Restaurationen mit CAD/CAM-Systemen**

Vita In-Ceram, das sich bereits seit 14 Jahren bewährt hat, bietet neben den traditionell mit Schlickertechnik zu fertigenden Materialvarianten auch die Vita In-Ceram Blanks: ein innovatives Vollkeramik-System, das mit unterschiedlichsten CAD/CAM-Technologien (Cerec inLab von Sirona, Celay von Mikrona, digident von Girrbach, Precident von DCS-Dental) fachgerecht verarbeitet werden kann. Durch die industrielle Herstellung des Blockmaterials in einem kontrollierten und standardisierten Fertigungsprozess wird die konstante Qualität und damit auch die klinische Sicherheit der weltweit bewährten Vita In-Ceram-Werkstoffe gewährleistet. Überdies ist das Blockmaterial bereits vorgesintert und erreicht so in der späteren Verarbeitung eine besonders hohe Festigkeit.



Vita Zahnfabrik

Spitalgasse 3, 79713 Bad Säckingen

E-Mail: info@vita-zahnfabrik.de, www.vita-zahnfabrik.de

**Ohne Puder zur CAD/CAM-gefertigten Restauration**

Eine intraorale Abformung kann mit dem Modell-A-Silikon KwikkModel nature/fluid (R-dental) chairside ausgegossen und in einer Sitzung z. B. mit der CEREC 2, 3-Kamera (Sirona Dental Systems) aufgenommen werden. Die KwikkModel-Silikone wirken wie eine mattierte Oberfläche und müssen vor der Aufnahme weder behandelt noch gepudert werden. Eine unverfälschte Oberfläche garantiert sicherste Daten. Mit dem Antagonisten-Registriermaterial R-SI-LINE METAL-BITE kann die Antagonisten-Struktur in die Okklusalgestaltung einer Restauration optimal eingebunden werden. Beim Metal-Bite entfällt ebenfalls ein Pudern. Hier wird die Oberflächenmorphologie nicht verfälscht. Auf dem gleichen Weg und mit den gleichen Vorteilen kann eine intraorale Abformung mit dem Modell-A-Silikon KwikkModel SCAN bequem und chairside ausgegossen und in einer Sitzung speziell mit der CEREC Scan-LASER-Einheit abgetastet werden.



R-dental Dentalerzeugnisse GmbH

Winterhuder Weg 88, 22085 Hamburg

E-Mail: info@r-dental.com, www.r-dental.com

# „Mit wenig Aufwand eine ausgezeichnete Ästhetik erreichen“

*Prof. Pospiech, Direktor der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde der Universität Homburg, führt seit Oktober 2000 eine klinische Studie zur Evaluierung des auf Zirkoniumoxid basierenden Vollkeramik-Systems Lava™ durch. Die Firma 3M ESPE hat ihn zu seinen bisherigen klinischen Erfahrungen innerhalb dieser Studie im Interview befragt.*

## ► Redaktion

▼ **Herr Prof. Pospiech, können Sie uns kurz Ihre klinische Studie mit Lava vorstellen? Welche Art von Restaurationen wurden eingesetzt?**

▲ Bei 36 Patienten wurden insgesamt 38 Restaurationen, hauptsächlich dreigliedrige Seitenzahnbrücken oder Primärelemente für Teleskope, mit Erfolg eingegliedert. Letzteres, d.h. Primärelemente für Teleskope, sind jedoch in der Erprobung und derzeit von 3M ESPE noch nicht freigegeben.

▼ **Um welche Art von Keramik handelt es sich im Falle des Lava-Systems?**

▲ Das verwendete Lava-System setzt sich aus der Lava Gerüstkeramik (Lava Frame) und der Lava Verblendkeramik (Lava Ceram) zusammen. Die Lava Gerüstkeramik besteht aus polykristallinem mit Yttriumoxid teilstabilisiertem  $ZrO_2$  (Y-TZP), das durch sehr gute mechanische und auch optische Eigenschaften charakterisiert ist.

Das Lava  $ZrO_2$  wird in einem vorgesinterten, kalkartigen Zustand geätzt. Anschließend kann bereits das Gerüst (Lava Frame) in sieben verschiedenen Farben eingefärbt werden, was einen erheblichen ästhetischen Vorteil darstellt. Verblendet wird mit einer auf die Gerüstkeramik ge-

nau abgestimmten Verblendkeramik (Lava Ceram).

▼ **Können Sie uns kurz den Umgang mit Vollkeramik bzw. Lava erläutern? Welche Art von Präparationen sind notwendig? Stellt dies eine wesentliche Umstellung im Vergleich zur Präparation für eine VMK dar?**

▲ In allen Fällen wurde eine Hohlkehlenpräparation durchgeführt, wie man sie auch bei VMK's präpariert, nur dass bei Vollkeramik bzw. bei Lava minimal-invasiver gearbeitet werden kann.

Es wird für den gleichen ästhetischen Effekt weniger Platz benötigt als bei VMK's, zum einen auf Grund des hochfesten  $ZrO_2$ , das eine Wandstärke von nur 0,5 mm erlaubt und zum anderen spart man sich beim Lava-System durch die Einfärbung der Gerüststruktur eine Opakerschicht bei der Verblendung.

Die prinzipiellen Anforderungen für eine Präparation für Vollkeramik oder für VMK's sind jedoch die gleichen. Eine große Umstellung seiner gewohnten Arbeitsweise ist somit für den Zahnarzt nicht erforderlich.

Bei Vollkeramik muss lediglich gleichmäßiger und vor allem exakter präpariert werden.



Eingesetzte dreigliedrige Seitenzahnbrücke.



Verblendete Seitenzahnbrücke.

▼ *Zur Zementierung – würden Sie den Umgang hier als einfach bezeichnen?*

▲ Die Zementierung erfolgt konventionell bei Lava Vollkeramik, z.B. mit Ketac Cem. Auch hier ist keine Umstellung der gewohnten Arbeitsschritte erforderlich.

▼ *Wie würden Sie die Passgenauigkeit beschreiben?*

▲ Die Passgenauigkeit des Systems hat sich sehr gut entwickelt und ist heute ausgezeichnet. Natürlich muss man sich auf gewisse Besonderheiten der Vollkeramik einstellen, z. B. gleichmäßiges Präparieren und der Zahntechniker muss sich, wie bei allen Verfahrensabläufen im Labor, mit dem System auseinander setzen.

▼ *Welche Erfahrungen haben Sie in der Studie hinsichtlich der Stabilität gemacht?*

▲ Die Stabilität der Lava-Keramik ist auch gerade unter dem Aspekt, dass hier nur große Seitenzahnbrücken eingegliedert wurden, ausgezeichnet. Es gibt bis heute keine Frakturen der Gerüststruktur, lediglich in einem Fall kam es zu einem Chipping der Verblendkeramik, was allerdings auch bei VMK's passiert.

▼ *Und hinsichtlich der Ästhetik, z.B. Randspaltverfärbung etc.?*

▲ Auch nach zweijähriger klinischer Studie zeigt Lava eine sehr gute Ästhetik. Es kommt zu keinerlei Verfärbungen der Gingiva, auch allergische Reaktionen konnten nicht beobachtet werden.

▼ *Und die Plaque-Akkumulation?*

▲ Ein Vorteil von Vollkeramik ist, dass die Plaque-Akkumulation wesentlich geringer ist als bei Kunststofffüllungen und sogar eher besser als bei natürlichen Zähnen. Nichtsdestotrotz hängt dies natürlich auch stark von der Mundhygiene des Patienten ab. In unserer Studie konnten wir Auffälligkeiten diesbezüglich nicht feststellen.

▼ *Welche Vorteile sehen Sie in Vollkeramik gegenüber VMK für den Zahnarzt?*

▲ Ein großer Vorteil für den Zahnarzt liegt in der hohen Ästhetik. Mit Vollkeramik kann der Zahnarzt mit relativ wenig Aufwand eine ausgezeichnete Ästhetik erreichen, was durch die bessere Transluzenz

bzw. Lichtdurchlässigkeit der Keramik erreicht wird. Lava hat den Vorteil, dass das Grundgerüst bereits eingefärbt werden kann und keine Opakerschicht aufgetragen werden muss. Ein weiterer Vorteil ist die Biokompatibilität von ZrO<sub>2</sub>, durch welche die Ästhetik und die Patientenzufriedenheit erhöht wird. Es kommt nicht zur Verfärbung der Gingiva oder Spaltkorrosionen.

▼ *Und die Vorteile für den Patienten?*

▲ Die oben genannten Vorteile gelten selbstverständlich auch für den Patienten. Was für den Patienten von Vorteil ist erhöht die Patientenzufriedenheit und damit auch die des Zahnarztes. Wesentliche Punkte sind auch hier erhöhte Ästhetik und Biokompatibilität.

▼ *Mit dem hochfesten ZrO<sub>2</sub> besteht immer mehr die Möglichkeit, dass man sich in Zukunft einen völligen Verzicht metallgestützter Systeme bei festsitzendem Zahnersatz vorstellen könnte. – Wie stehen Sie heute zu dieser Aussage, die Sie 2001 im Rahmen des ZWP spezial „CAD/CAM in der Zahnheilkunde“ gegeben haben? Welche Indikationen würden Sie auf jeden Fall mit Vollkeramik machen?*

▲ Mein erklärtes Ziel ist es, in fünf Jahren nur noch Vollkeramik bei festsitzenden Restaurationen einzusetzen. Zu der obigen Aussage stehe ich somit nach wie vor.

▼ *Welche Vorteile sehen Sie von Lava gegenüber anderen Systemen?*

▲ Ein wesentlicher Vorteil speziell von Lava ist, dass das Grundgerüst in sieben verschiedene Farbtöne (entsprechend der Vita Klassik Farben) eingefärbt werden kann. Hier kann natürlich die Ästhetik der Vollkeramik weiter gesteigert werden. Ein weiterer Punkt ist die einfachere Bearbeitung im vorgesinterten Zustand. Es kommt zu weniger Werkzeugverschleiß, auch kann z.B. auf eine aufwändige Kühlung beim Fräsvorgang verzichtet werden und relativ hohe Stückzahlen/pro Maschine und Zeiteinheit gefahren werden. Dies sind jedoch Punkte, die für den Zahntechniker wichtiger sind als für den Zahnarzt.

Herr Prof. Pospiech, wir bedanken uns recht herzlich für das informative Gespräch. ◀

📍 **kontakt:**

3M ESPE AG  
ESPE Platz  
82229 Seefeld  
Hotline: 08 00/2 75-37 73  
E-Mail: Lava3MEspe@mmm.com

# Material- und Indikationsvielfalt mit Everest®

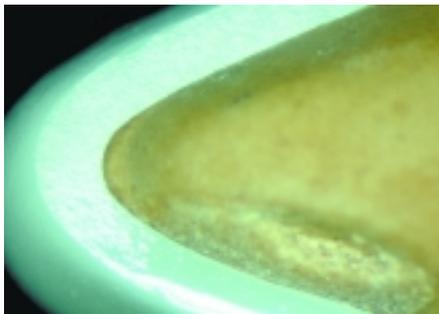
*Die Vorteile der Everest® CAD/CAM-Technik überzeugen. Mit dem CAD/CAM-System Everest® von KaVo werden fünfachsige innovative Materialien mit ausschließlich biokompatiblen Eigenschaften verarbeitet. Neu ist, dass nun auch vorgesinteres Zirkonoxid bearbeitet werden kann.*

► **Redaktion**

**D**ie Everest® Materialrohlinge bestehen aus industriell gefertigten und optimierten Werkstoffen. Die hervorragenden Materialeigenschaften bleiben über den gesamten Produktionsprozess erhalten, da Arbeitsschritte wie Gießen, Löten, Anmischen etc. komplett entfallen. Die Gerüste können sich nicht, wie beim Metallguss verziehen, sind also mit Sicherheit spannungsfrei, diese Eigenschaft ist nur eine

**Die Everest® Materialvielfalt für nahezu jede Indikation**

Mit dem Everest®-System können Titan, Glaskeramik und jetzt neu: vorgesinteres Zirkonoxid bearbeitet werden. Die Everest® T-Blank (Titan) werden bevorzugt zur klassischen Kronen- und Brückenversorgung sowie zur Rehabilitation von Allergierpatienten eingesetzt. Der Everest® Titan-Rohling ist ein indus-



Randspalt einer Everest® ZS-Kappe in 40facher Vergrößerung.



Everest® System: CAD/CAM-System.



Material: Everest® Material.

der Grundforderungen in der Patientenversorgung. Durch CAD/CAM werden Brückenkonstruktionen auf ihre Belastbarkeit berechenbar, Verbinder zwischen Brückengliedern und Kronen können entsprechend der auftretenden Kräfte geformt werden. Die Passung, der Randspalt sowie alle anderen Fertigungsparameter können µ-genau im Voraus bestimmt werden. Kronen- und Brückengerüste sind auch nach Jahrzehnten noch reproduzierbar.

triell hergestellter Block aus medizinischem Reintitan (Grad 2), dessen Materialeigenschaften dank der CAD/CAM-Frästechnologie über die gesamte Produktion erhalten bleiben (keine Alpha-Case-Schicht, keine Lunker). Die biologische Verträglichkeit von Reintitan ist wissenschaftlich in zahlreichen Untersuchungen bewiesen.

Titan zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

Der Beitrag beruht auf den Angaben des Herstellers.

- Biokompatibilität
- preisgünstig
- Röntgentransluzent
- geringe Wärmeleitfähigkeit
- geringes Gewicht.

Die Zugfestigkeit von Titan beträgt: 90.000 – 100.000 N/mm<sup>2</sup>. Die Präparation kann über Stufe-, Hohlkehle oder Tangential erfolgen. Arbeiten aus Everest® T-Blank können konventionell befestigt werden.

Inlays, Onlays, Veneers, Front- und Seitenzahnkronen können auf dem Everest®-System mit leuzitverstärkter Glaskeramik hergestellt werden. Die Everest G-Blanks zählen zu den Glaskeramiken bei denen bereits bei der industriellen Herstellung ausgehend von einem viskosen Glas zunächst die Form hergestellt und einem anschließenden Temptersschritt das vorher amorphe Volumen gezielt auskristallisiert wird. Durch dieses spezielle Verfahren wird ein Werkstoff hergestellt, bei dem die positiven optischen Eigenschaften von Glas mit den positiven mechanischen Eigenschaften von Keramiken kombiniert werden.

Die Everest® Glaskeramik zeichnet sich besonders durch

- Biokompatibilität



Everest® gefräste ZS-Kappe, Randabschluss in 40facher Vergrößerung.

- natürliche Transluzenz
  - exzellenten Chamäleoneneffekt
  - hohe Bruchfestigkeit
  - hohe Mundbeständigkeit
- aus.

Die 3-Punkt-Biegefestigkeit beträgt ca. 125 MPa. Die Präparation muss über eine Stufen- oder Hohlkehlenpräparation erfolgen und befestigt werden. Arbeiten aus Everest® G-Blanks adhäsiv.

### Und jetzt neu

Seit September können nun auch Front- und Seitenzahnkronen sowie Brücken aus vorgesintertem Zirkonoxid mit dem Everest®-System hergestellt werden. Everest® ZS-Blanks sind vorgesinterte Zirkonoxidrohlinge, die im weichen, kreideähnlichen Zustand geschliffen werden und anschließend über Nacht gesintert. Die Sinterschrumpfung, der dieses Material unterliegt, liegt zwischen 20 % und 25 %. Trotz dieser Schrumpfung sind die Everest® gefertigten Arbeiten von einer hervorragenden Präzision und Passgenauigkeit, wie die Randspaltmessung zeigt. Zirkonoxid nimmt unter den keramischen Werkstoffen in jeder Hinsicht eine Sonderstellung ein. Dies liegt an den herausragenden mechanischen Eigenschaften, insbesondere Festigkeit, Langzeitstabilität und Zähigkeit. Die Besonderheit von Zirkonoxid liegt darin, dass es die Fähigkeit besitzt, Defekte, die unter Belastung größer werden und zu einer reduzierten Belastbarkeit der Restauration führen würden, zu verhindern. Die Defekte an der Oberfläche oder im Volumen werden dabei „zugeklemmt“ und das Ermüdungsverhalten im Vergleich zu Metallen oder anderen keramischen Werkstoffen deutlich reduziert.



Dreigliedrige Everest® ZS-Brücke auf Modell.



Seitenansicht dreigliedrige ZS-Brücke.

Die Everest ZS-Blanks zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- hohe Ästhetik und ausgezeichnete Biokompatibilität
- hohe funktionale Belastbarkeit auf Grund hervorragender physikalischer Werte.

Die 3-Punkt-Biegefestigkeit liegt bei 900 MPa. Die Präparation kann wahlweise mit einer Stufen- oder Hohlkehlenpräparation erfolgen. Die Befestigung kann adhäsiv oder non-adhäsiv erfolgen. ◀

### **kontakt:**

KaVo  
 Elektrotechnisches Werk Leutkirch  
 Martina Kürzinger  
 Wangener Str. 78  
 88299 Leutkirch im Allgäu  
 Everest-Hotline: 01805/3837378

Der Beitrag beruht auf den Angaben des Herstellers.

# Vollkeramischer Zahnersatz weltweit im Vormarsch

*Die neuzeitliche Zahntechnik hat sich unterschiedlichste Werkstoffe erschlossen. Als Werkstoff, dessen ureigenste Domäne die natürliche Ästhetik ist, hat sich die Dentalkeramik bewährt. Durch deren ständige Weiterentwicklung ist es gelungen, die Eigenschaften der Dentalkeramik an die physikalischen und lichteptischen Charakteristiken natürlicher Zähne praktisch naturidentisch anzugleichen. Das Resultat: verloren gegangene Zahnschubstanz lässt sich in der fortschrittlichen prothetischen Versorgung adäquat durch dentalkeramischen Zahnersatz ersetzen. Der folgende Beitrag beschäftigt sich mit dem Thema „Vollkeramik“ und zeichnet die unterschiedlichsten Verarbeitungstechniken auf, mit denen die Vollkeramikgerüste hergestellt werden.*

► **Erich C. Haase**



Erich C. Haase  
VITA Zahnfabrik  
Spitalgasse 3  
79713 Bad Säckingen  
Tel.: 0 77 61/5 62-5 02  
Fax: 0 77 61/5 62-5 06  
E-Mail:  
e.haase@vita-zahnfabrik.de  
www.vita-zahnfabrik.de

**E**ine Gegenüberstellung der Metallkeramik und der Vollkeramik rundet das Bild ab, die geraffte Historie über die Erschließung der Dentalkeramik zur Versorgung breiter Patientenkreise vermitteln einen Einblick in die technologischen und klinischen Aspekte dieses wichtigen zahnfarbenen Werkstoffes.

## **Dentalkeramik – eine lange Geschichte in der neuzeitlichen Zahnheilkunde**

Der Begriff Keramik entstammt dem Griechischen.

Der Rohstoff und auch das Erzeugnis der Töpfer hießen „Keramos“. Die ersten Porzellangegegenstände (etwa um

700 nach Christi) stammen bekanntlich aus China. Zahnärztliche Keramiken oder Porzellane haben ihre Wiege in Frankreich. Duchâteau und De Chémant stellten 1783 die ersten künstlichen Porzellanzähne her.

Die Voraussetzungen für die Herstellung von „Jacketkronen“ wurden 1887 von C.H. Land geschaffen, indem er die Platinfolie in die Zahntechnik einführte. Parmely Brown begann Ende des 19. Jahrhunderts die Porzellankrone durch Metall (Platin-Iridium-Legierung) zu verstärken.

Swann und der VITA Firmenmitbegründer Hildebrandt verbesserten 1934 diese Methode. Gatzka gelang es 1949 mit der Einführung des Vakuumbrennverfahrens, Farbe und Transparenz der Keramik entscheidend zu verbessern.

Weinstein meldete 1952 in den USA als erster ein Patent für eine Aufbrennkeramik an. 1962 boten die Firmen VITA Zahnfabrik und Degussa das erste in Europa entwickelte System auf den Markt an.

Mit dieser heute weltweit eingesetzten sog. VMK®-Technik (VITA Metall-Keramik) schaffte die VITA als deren Pionier den Durchbruch zu einer allgemein anerkannten prothetischen Regelversorgung von hohem Tragekomfort und bis dahin nicht gekannter Tragedauer.

## **Die Entwicklung der neuzeitlichen Vollkeramik**

Der Siegeszug der Metallkeramik verdrängte in deren Blütezeit die bis dahin praktizierte metallfreie Versorgung. Dennoch verstummte der Ruf der Fachwelt nicht, auf den Einsatz von Metallen im Mund gänzlich zu verzichten. Die Gründe dafür liegen haupt-

Der Beitrag beruht auf den Angaben des Herstellers.

sächlich in der Ästhetik und Körperverträglichkeit, d.h. Gewebefreundlichkeit und Biokompatibilität. Bereits 1911 verfolgte Nies den Gedanken, dentalkeramische Massen direkt auf ein feuerfestes Material aufzubrennen. Diese Idee wurde erneut in den 60er Jahren von Lund und Bonlie aufgegriffen. 1968 verwirklichte sie sich in der Einführung der Vitadur-N Technik unter Verwendung von speziellen Kernmassen. Ein Verzicht auf Platinfolie war möglich. McLean und Hughes entwickelten 1965 oxidverstärktes Kernmaterial, durch deren Einsatz sich die keramischen Massen in ihren Festigkeitswerten auf das Doppelte steigerten. Der eigentliche Durchbruch und damit die Renaissance der Vollkeramik gelang mit der Entwicklung der VITA In-Ceram Hochleistungskeramik. Eine vom französischen Zahnarzt und Materialkundler Sadoun entwickelte Technologie zufolge konnten nicht nur die Biegefestigkeitswerte um ein Mehrfaches erhöht werden, auch in der Passgenauigkeit erreichte dieses neue Materialsystem eine bisher nicht erreichbare Präzision, die mit 20-40 µm gemessen wurde.

**Die Besonderheiten der VITA In-Ceram Hochleistungskeramik**

Die von der VITA Zahnfabrik 1989 zur Produktionsreife gebrachte In-Ceram Alumina bedient sich eines Verbundsystems, bestehend aus einem gesinteren Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gerüst, welches seine Festigkeit durch die Infiltration mit einem Lanthanglas erreicht. Durch die hier, im Unterschied zu bisherigen Methoden erfolgende Sinterung auf Spezialgipsstümpfen, ist die Volumenschwindung beim Brand geringer, woraus die angesprochene exakte Passgenauigkeit der Keramikäppchen resultiert.

Die hohe Festigkeit des In-Ceram Materials wird durch das Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gerüst im Glas und ihrem gegenseitigen chemischen Kontakt begründet. Mikrorisse, die durch das Glas laufen, werden an den Kristalliten gestoppt oder umgelenkt. Zu der hohen Biegefestigkeit tragen aber auch thermische Eigenspan-

nungen bei, die sich aus dem Unterschied der thermischen Dehnungswerten der Einzelkomponenten ergeben. Nach Untersuchungen von Kappert 1991 und Grebe 1993 kann es mit dieser Keramik auf Grund der hohen Festigkeitswerte erstmals möglich sein, auch kleine Brücken für den Front- und Seitenzahnbereich anzufertigen, die langfristig klinisch erfolgreich sind. Vorhandene klinische Studien belegen diese These aufs Eindrücklichste. Die Überlebensrate von VITA In-Ceram Restaurationen wurde in unterschiedlichsten Veröffentlichungen hinreichend belegt und somit der klinische Erfolg vollkeramischer Restauration nachhaltig bestätigt.

**Materialvarianten**

Neben der VITA In-Ceram Alumina steht für die Inlay- und Onlayversorgung sowie für Frontzahn-Kronenkappen die In-Ceram Spinell-Keramik (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) zur Verfügung. Durch das Hinzufügen von teilstabilisiertem Zirkonoxid (In-Ceram Zirconia) konnten die mechanischen Eigenschaften, wie Biegefestigkeit und Risszähigkeit nochmals gesteigert werden. Die Materialvariante Zirconia wird deshalb vornehmlich für Seitenzahnrestaurationen bevorzugt.

**Verarbeitungsmöglichkeiten der VITA In-Ceram**

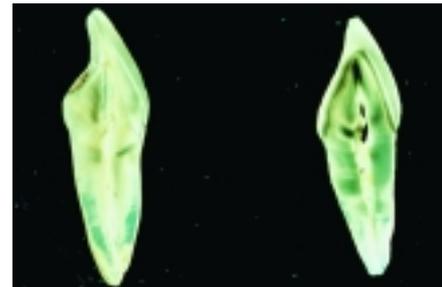
Die ursprünglichen Verarbeitungsprozesse wurden bei Einführung dieser Technologie manuell ausgeführt. Auch heute wird diese Art der Verarbeitung weltweit mit Erfolg praktiziert.

Nachdem sich ein Zahntechniker mit den Verarbeitungsschritten vertraut gemacht hat und über die ausreichende Sicherheit im Umgang mit dem Material verfügt, gelingt es ihm, vollkeramische Kappen und Brückengerüste rationell und fehlerfrei anzufertigen.

Um den Einstieg in diese fortschrittliche Technologie zu erleichtern und auch den finanziellen Möglichkeiten eines Labors Rechnung zu tragen, hat die VITA Zahnfabrik mit VITA In-Ceram sprint ein praktikables Einsteiger-



Lichtführung in der In-Ceram-Krone (links) und der Metallkeramik-Krone (Lichtbarriere).



Vollkeramikkrone auf Zahnstumpf im Durchlicht.

Der Beitrag beruht auf den Angaben des Herstellers.

sortiment zusammengestellt. Dieses Sortiment mit dem In-Ceram Alumina und Zirconia Material erlaubt die Herstellung von Kronenkappen, ohne dass in aufwändige Geräte wie Spezialöfen und dergleichen zu investieren ist.

Lediglich Materialkosten fallen an. Diese relativieren sich erheblich durch den Wegfall von Kosten für Legierungen, sodass die Vollkeramik auch für den anspruchsvollen Patienten, der ein Optimum an Ästhetik wünscht, oder den Allergie-Patienten, der auf Metalle im Mund sensibel reagiert, finanziell tragbar wird.

**CAD/CAM-Verarbeitung**

In jüngster Zeit sind erhebliche Fortschritte in der Entwicklung von CAD/CAM-Systemen erzielt worden. Derartige Verarbeitungsmethoden haben sich durch ihre Praxistauglichkeit bewährt und gelten mittlerweile als zuverlässig im täglichen Einsatz.

Das Prinzip der Herstellung von vollkeramischen Restaurationen durch CAD/CAM-Systemen beruht auf den Durchlauf von drei Arbeitsstufen:

- Informationen sammeln (Kamera, Abtaster)
- Restauration konstruieren (CAD)
- Restauration herstellen (CAM)

Ein richtungsweisendes Beispiel für ein

solches computergestütztes Verfahren ist das von Mörmann und Brandestini bereits Anfang der achtziger Jahre an der Universität Zürich entwickelte Cerec® System.

Grundidee dieses Verfahrens ist es, die Versorgung des Patienten mit vollkeramischen Inlays, Onlays und Verblendschalen in einer einzigen Sitzung zu ermöglichen.

Bei diesem System kann auf die Abformung der präparierten Zähne, das Herstellen eines Meistermodells sowie das Aufwachsen, Einbetten und Gießen der Restauration verzichtet werden, weil die Erfassung der Kavität im Mund des Patienten erfolgt. Die vollkeramische Restauration wird danach direkt aus dem vorgefabrizierten Keramikblock herausgeschliffen.

**VITA In-Ceram im Dienste der CAD/CAM**

Nachdem sich die Cerec-Technologie in den Zahnarztpraxen bewährt hatte, setzten die Unternehmen Sirona und VITA ihren Ehrgeiz darin, den Einsatz der CAD/CAM-Herstellung auch für das Dental-Labor zu erschließen.

Dies gelang mit dem Cerec inLab-System, in dem die VITA In-Ceram Hochleistungskeramik verarbeitet wird. Die beiden in diesem fortschrittlichen Sys-



Kalibrieren der Schleifwerkzeuge.



Schleifprozess unter Wasserkühlung.



Das geschliffene Kronenkäppchen.



Hohe Präzision selbst im noch nicht aufgepassten Zustand.

Der Beitrag beruht auf den Angaben des Herstellers.

tem engagierten Unternehmen verfügen gemeinsam über dreißig Jahre Erfahrung in der CAD/CAM-Verarbeitung der „machinable ceramics“.

Dieses Know-how bedeutet einen technologischen Vorsprung über nachfolgende CAD/CAM-Systeme. Die Ausgereiftheit von Gerät und Material wirken sich direkt auf die Zuverlässigkeit und Belastbarkeit der heute noch neuen, in die Zukunft weisenden Verarbeitungsmethoden auf.

Um auf die Qualitäten der VITA Blockkeramik näher einzugehen, bedarf es einiger grundsätzlicher Erwägungen. Angeboten werden von der VITA drei unterschiedliche Keramikblock-Arten

- Die VITABLOCS® – dabei handelt es sich um industriell hergestellte Feinstruktur-Feldspatkeramikblöcke hoher Homogenität zur Herstellung von Inlays, Onlays, Teil- und Vollkronen sowie für Veneers. VITABLOCS® sind ausgezeichnet schleif- und polierbar, die Restaurationen zeichnen sich durch eine feine homogene Oberfläche aus, deren Abrasionsverhalten dem von natürlichem Zahnschmelz entspricht.
- Die VITA In-Ceram BLANKS in den drei Materialvarianten Alumina, Spinnell und Zirconia. Diese industriell porös vorgesinterten Rohlinge werden in der CAM-Einheit geschliffen und anschließend entsprechend der In-Ceram Technik glasinfiltriert. Dieses Verfahren erlaubt, Kronen- und Brückengerüste herzustellen. Der Vorteil dieser Technik liegt darin, dass sich eine deutliche Verkürzung der Prozesszeiten erzielen lässt, da der Sinterbrand komplett wegfällt und der Glasinfiltrationsbrand deutlich verkürzt wird. Ferner führt die industrielle Produktion und Sinterung zu einem homogenen Gefüge des Gerüsts und einem minimalen Verarbeitungsrisiko, da die Keramikbearbeitung im fragilen Zustand entfällt. Während die aus Feldspatkeramikblöcken geschliffenen Restaurationen adhäsiv befestigt werden müssen, können die In-Ceram Restaurationen auch konventionell mit

Zinkphosphat- bzw. Glasionomerzement eingesetzt werden.

- Die VITA In-Ceram YZ CUBES für Cerec inLab aus Y-TZP (Yttria stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystal) sind derzeit die leistungsfähigste Oxidkeramik für zahnmedizinische Anwendungen im VITA Materialportfolio. Die ausgezeichneten physikalischen Eigenschaften von gesintertem VITA In-Ceram YZ, kombiniert mit der hellen Farbe und Transluzenz führen zu faszinierenden Möglichkeiten für moderne vollkeramische Restaurationen. Durch die Kombination dieses neuen Materials der Firma VITA mit dem Cerec inLab System der Firma Sirona entstehen für den Anwender zukunftsweisende Perspektiven. Mit der bewährten CAD/CAM-Technologie gelingt es, die bisherigen technischen Grenzen vollkeramischer Zahnrestaurationen auf eine höchst ästhetische Weise zu durchbrechen. Seine ausgezeichnete biologische Verträglichkeit hat das yttriumstabilisierte Zirkoniumoxid in seiner über 30-jährigen klinischen Bewährungszeit als Hüftgelenkprothesen im menschlichen Körper bewiesen. Nachdem es das von VITA empfohlene Hochtemperatur-Sinterverfahren durchgelaufen hat, besitzt es mit einer 3-Punkt-Biegefestigkeit nach DIN EN ISO 6872 von deutlich über 900 MPa, eine der höchsten Festigkeiten der im Dentalbereich erhältlichen Gerüstkeramiken. Die Kombination von hoher Festigkeit und exzellenter Risszähigkeit des Y-TZP lässt ein ausgezeichnetes Langzeitverhalten und eine hohe klinische Erfolgsrate der Restaurationen bei Dauerbelastung erwarten.

**Die Auswirkungen der Vollkeramik auf den klinischen Behandlungsablauf**

- Die Indikationsbreite: Inlays, Onlays, Veneers, Front- und Seitenzahnkronen, bis zu viergliedrige Front- und Seitenzahnbrücken.
- Die Präparation: Ausgeprägte Hohlkehle oder Stufe mit gerundeter



CEREC inLab, SIRONA DENTAL SYSTEMS GMBH.



Schleifprozess im CEREC inLab.

Der Beitrag beruht auf den Angaben des Herstellers.



Brückengerüst und Kappen.



Seitenzahnschlickergerüst.



Keramik-Inlay.

Innenkante (die Präparation für Vollkeramik sollten auch inzisal nicht scharfkantig sein).

- Die Befestigung: für Feldspat- und Glaskeramiken: adhäsiv für Oxidkeramiken: konventionell oder adhäsiv.

### Die Erschließung der Vollkeramik im Dental-Labor

In der manuellen Anfertigung vollkeramischer Kappen und Gerüste sind einzelne Verarbeitungsschritte aus dem Laboralltag geläufig, bedürfen also keiner grundsätzlichen neuen Handhabung. Selbstverständlich ist der Umgang mit den Materialien gewöhnungsbedürftig. Ein praktischer Anwenderkurs empfiehlt sich aus diesem Grund, um Fehlversuche zu vermeiden. In die CAD/CAM-Fabrikation wird der Kunde durch die entsprechenden Gerätehersteller eingeführt. In der Regel erhält der Anwender auch eine Einführung in die Materialien und anderen Hilfsmitteln. Neben der „machinable ceramics“ bietet die VITA weiteres Zubehör und Hilfsmittel. So kann der Verarbeiter zur Optimierung seiner Arbeiten Keramikmaldfarben in Pastenform einsetzen. Es wird seitens der VITA auch ein kompakter Ofen für atmosphärische Brände (VITA Atmomat) für Farb- und Glanzbrände angeboten.

### Metallkeramik versus Vollkeramik

Für umfangreiche Restauration, ab fünf Glieder, wird die Metallkeramik vorläufig ihren Platz in der restaurativen Zahnheilkunde behaupten, selbst wenn vereinzelt Allergiepationen mit größeren Brücken versorgt werden. Die Metallkeramik ist auch dann indiziert, wenn die



Verblendete Seitenzahnbrückengerüste.

Gefahr des Bruxismus besteht, die Bissverhältnisse (extreme Knirrscher) von einer vollkeramischen Versorgung insbesondere im Seitenzahnbereich abraten lassen sowie in den Fällen, bei denen keine vollkeramik-adäquate Präparation möglich ist. Durch den Einsatz von Schuttermassen (MARGIN) kann übrigens ein direkter Kontakt von Metall zum Gewebe vermieden werden. So können Schattenzonen aufgehoben oder abgemildert und die Ästhetik erhöht werden. Der Verarbeiter muss sich allerdings stets vor Augen führen, dass das metallene Gerüst eine Barriere für die Lichttransmission darstellt, während sich diese in der Vollkeramik optimal entfalten kann und der metallfreien Restauration zu einer sehr natürlichen Ästhetik verhilft, die in der Natur der Vollkeramik begründet liegt. Diese Ästhetik ist es (neben der Körperverträglichkeit), die den Verarbeiter, Zahnarzt und auch den Patienten motiviert, sich für die metallfreie Variante zu entscheiden. Eine Praxis, ein Labor, am besten beide gemeinsam, welche gegenüber zukünftiger fortschrittlicher Behandlungs- und Versorgungsmethoden offen bleiben will, sei empfohlen, sich bereits heute mit der Vollkeramik auseinander zu setzen. ◀

Der Beitrag beruht auf den Angaben des Herstellers.



