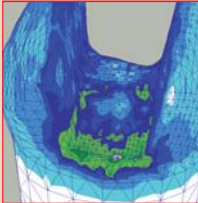


LAB TRIBUNE

The World's Lab Newspaper · German Edition

No. 3/2010 · 7. Jahrgang · Leipzig, 3. März 2010



Quo vadis: CAD/CAM?

Für Zahnärzte stellt sich die Frage: Wie auf die Entwicklung reagieren? Im Interview gibt Prof. Dr. Dr. Albert Mehl, Zürich, Antworten auf den derzeitigen Stand. ▶ Seite 20



Zukunftsweisend: NobelProcera™

Mit dem innovativen System können sämtliche Lösungen auf natürlichen Zähnen und Implantaten – individuell an die jeweils klinische Situation – hergestellt werden. ▶ Seite 22



Kosteneffizient: Lasersinter-Verfahren

In automatisierten Fertigungszentren wird heute per e-Manufacturing auf Basis des Lasersinterns kostengünstig, präzise und schnell individueller Zahnersatz produziert. ▶ Seite 23

„CAD in practice“

Die Weiterentwicklung keramischer Werkstoffe für die Zahnmedizin und -technik konnte die Zuverlässigkeit vollkeramischer Restaurationen stetig steigern. Ein Beitrag von Priv.-Doz. Dr. Florian Beuer und Josef Schweiger.

Bereits im Jahre 1889 wurde von Charles Land das Patent für die erste „Vollkeramikkrone“ angemeldet. Diese sogenannte „Land's Crown“ wurde später als „Jacketkrone“ bezeichnet und war letztendlich der Urvorläufer der heutigen Vollkeramikkrone. In den Jahren seit 1987 war es durch die Verwendung computergestützter Fertigungsverfahren zudem möglich, auch industriell gefertigte Keramikblöcke für den Herstellungsprozess zu verwenden. Der Einsatz von CAD/CAM-Technologien in Zahnmedizin und Zahntechnik ist zu einem festen Bestandteil in der Herstellungskette für Zahnersatz geworden. War es am Anfang vor allem das Hochleistungsmaterial Zirkoniumdioxid, welches nur durch Fräsen bzw. Schleifen bearbeitet werden konnte, so finden zunehmend auch andere Materialklassen in der computergestützten Fertigung ihre Anwendung. Die Liste von keramischen Werkstoffen für die Bearbeitung durch CAD/CAM-Maschinen ist vom jeweiligen Fertigungssystem abhängig.

Einige Fräsmaschinen sind speziell auf die Fertigung von ZrO_2 -Gerüsten ausgelegt, während andere Systeme hingegen die komplette Palette keramischer Materialien abdecken, von Glaskeramiken über Infiltrationskeramiken bis hin zu oxidischen Hochleistungskeramiken. Die Vorteile maschinengestützter Fertigung zeigen sich in einer hohen Materialgüte aufgrund industriell vorgefertigter Rohlinge, einem praktikablen Qualitätsmanagement, in einer jederzeit möglichen Reproduzierbarkeit aufgrund digitaler Daten, in einer drastischen Reduktion der Herstellungskosten und schlussendlich in der Verarbeitung hochinnovativer Werkstoffe. Derzeit lassen sich folgende Kera-



Abb. 1: Lithium-Disilikat-Keramikblöcke zeichnen sich durch ihre hohe Biegefestigkeit aus (Darstellung der drei verschiedenen Kristallisationsstufen).



Abb. 2-4: Dentinkerne von Oberkieferfrontzahnkronen von 13-23 aus IPS e.max CAD Material vor und nach dem Kristallisationsbrand sowie nach der Fertigstellung.

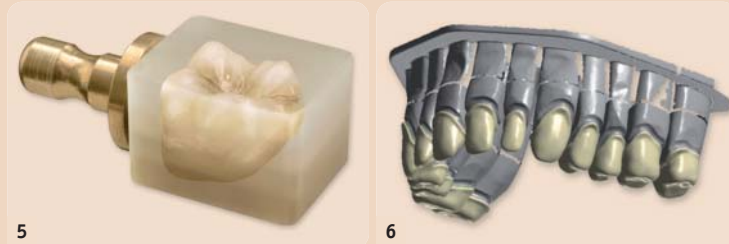


Abb. 5: Mehrere Hersteller bieten zwischenzeitlich auch mehrfarbige Glaskeramikblöcke für die CAD/CAM-Bearbeitung an, hier am Beispiel des VITA TriLux forte Blocks. – Abb. 6: 14 Einzelzahnkronenkappen als CAD-Datensatz.

mikwerkstoffe standardmäßig auf dentalen CAD/CAM-Maschinen bearbeiten:

- Glaskeramiken
 - Feinstrukturfeldspatkeramiken
 - Leuzitverstärkte Glaskeramiken
 - Lithium-Disilikat-Keramiken
- Infiltrationskeramiken
 - VITA In-Ceram ALUMINA (Al_2O_3)
 - VITA In-Ceram ZIRCONIA (Al_2O_3 ZrO_2)
 - VITA In-Ceram SPINELLI ($MgAl_2O_4$)
- Oxidische Hochleistungskeramiken
 - Zirkoniumdioxid
 - Aluminiumoxid

Glaskeramiken

Schleifbare Glaskeramikblöcke werden von mehreren CAD/CAM-Systemen zur Herstellung von Inlays, Onlays, Veneers, Teilkronen und Vollkronen (vollanatomisch, anatomisch teilreduziert) angeboten. Neben monochromen Blöcken bieten verschiedene Hersteller mittlerweile auch mehrfarbig geschichtete Rohlinge an (VITABLOCS TriLux [VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen], IPS EmpressCAD Multi [Ivoclar Vivadent,

Fortsetzung auf Seite 18 →

Die Digitaltechnik öffnet weitere Türen

Statement von Manfred Kern, Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V.

Der Fortschritt in der Zahnmedizin und Zahntechnik löste gewaltige Veränderungen aus. Digitale Abformung, virtuelle Konstruktionsmodelle und Artikulation, biogenerische Kauflächengestaltung, Rapid-Prototyping und 3-D-Printing für Labormodelle sind nur ein kleiner Ausschnitt von Themen aus der jüngsten Zeit. Die „konventionelle“ CAD/CAM-Technik ist in Zahnarztpraxen und Dentallabors längst angekommen. Aus der anfangs zögerlichen Haltung gegenüber computergefertigtem Zahnersatz ist ein akzeptiertes Standardverfahren geworden. Nun stehen die nächsten Evolutionsstufen bevor.

Künftig werden Fertigungszentren eine wichtige Rolle spielen: Hohe Auslastung, spezialisiertes Personal und hohe Qualitätsmaßstäbe an die „Standardversorgung“ ermöglichen einen wirtschaftlichen Durchsatz. Mittlere und kleinere Zahntechniklabore werden ihre Kernkompetenz mit flexiblen, computergestützten Systemen und der Herstellung hochwertiger, ästhetischer Versorgung sowie in der Spezialanfertigung im Bereich der Teilprothetik nutzen. Seit Kurzem ist die Fertigung von CAM-ausgeschliffenen Verblendungen zum Aufsintern auf Zirkonoxidgerüsten möglich.

Was wird die Zukunft noch bringen? Die intraorale 3-D-Vermessung für die digitale Abfor-

mung ist inzwischen bereits Realität und wird sich morgen auf breiter Front durchsetzen, ebenso die Onlineübertragung der Messdaten ins ZT-Labor zur Fertigung von Modell und Rekonstruktion. Damit kann der Zahntechniker noch besser und schneller mit dem Behandler kommunizieren. Messbereich und Genauigkeit der Scans werden auf weitspannige Versorgungsausgedehnt werden. Ein ganz entscheidender Vorteil im Vergleich zur herkömmlichen Aufwachstechnik ist die funktionelle, morphologische Kauflächengestaltung. Der „genetische Bauplan“ unserer Zähne ist schon geknackt; die Fertigungssteuerung von patientenindividuellen Kauflächen für Teilkronen, Kronen und Brücken ist bereits in Kürze verfügbar. Damit hat die konventionelle, prothetisch kompromissgeprägte Zahndatenbank ausgedient. Ferner können virtuelle Artikulatoren beliebig programmierbare Bewegungen simulieren, sodass mehr individuelle Parameter in die Restaurationsoberfläche integriert werden können.

Das Leistungspotenzial der CAD/CAM-Technik ist enorm, deshalb wird sie auch in Universitäten einziehen, die Ausbildung der Studierenden und die Behandlungsmöglichkeiten in den Praxen beeinflussen – im Interesse unserer Patienten, die aus dem Fortschritt ihren Nutzen ziehen wollen.

ANZEIGE

NFC® – NanoFilledComposite

Eine neue Generation von Composite Zähnen



Condyloform® II NFC



PhysioStar® NFC



Bonartic® II NFC



Ästhetik

- Individuell ausgearbeitete Schichtmuster
- Zahnformtypische Oberflächenstruktur
- Naturgetreue Opaleszenz und Transluzenz

Zahnformen

- Dreidimensionaler Zahnkörper
- Prothetisch optimierte Zahnformen, d.h. lange und breite Zahnhälse
- Natürliche, physiologische Formen

Material

- NFC NanoFilledComposite
- Sehr abrasionsresistent
- Hohe Homogenität und Biokompatibilität

Fordern Sie weitere Informationen an:

Candolor AG

CH-8602 Wangen/ZH, Pünten 4, Postfach 89
Tel. +41 (0)44 805 90 00, Fax +41 (0)44 805 90 90
www.candolor.com, candolor@candolor.ch

Subsidiary: Candolor Dental GmbH

D-78239 Rielasingen-Worblingen, Am Riedergraben 6
Tel. +49 (0)7731 79 783-0, Fax +49 (0)7731 28 917
www.candolor.de, info@candolor.de

Candolor USA Inc.

7462 N. Figueroa St., Suite 104, Los Angeles CA 90041
Phone +1 (323) 254-1430, +1 800 436-3827, Fax +1 (323) 254-5146
www.candolor.us, info@candolor.us

← Fortsetzung von Seite 17

Schaan, FL), inCoris CEREC Blocs PC (Sirona, Bensheim)), um daraus ästhetische, vollanatomische Kronen zu schleifen. Grundsätzlich kann man bei den schleifbaren Glaskeramikblöcken zwischen Feldspatkeramikblöcken (z. B. VITA Mark II, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen), leuzitverstärkten Glaskeramikblöcken (z. B. IPS EmpressCAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, FL) und Lithium-Disilikat-Keramikblöcken (z. B. IPS e.maxCAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, FL) wählen. Eine besondere Stellung in der Gruppe der Glaskeramiken nehmen aufgrund der höheren Festigkeitswerte die Lithium-Disilikat-Keramikblöcke ein (Abb. 1), die für vollanatomische Front- und Seitenzahnkronen für Kappen im Front- und Seitenzahnbereich und für Brückengerüste bis zu drei Gliedern im Frontzahnbereich verwendet werden können (Abb. 2 bis 4). Glaskeramiken sind vor allem für die Chairside-Anwendung geeignet, da sie durch zahnähnliche transluzente Eigenschaften auch ohne Verblendung zu ästhetisch ansprechenden Ergebnissen führen. Durch den relativ hohen Glasanteil sind diese Keramiken im Gegensatz zu Oxidkeramiken mit Fluorwasserstoffsäure (HF) ätzbar und können damit hervorragend adhäsiv befestigt werden.

Beispiele für monochrome Glaskeramikblöcke:

- VITABLOCS Mark II (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen): Feinstruktur-Feldspatkeramikblöcke für Inlays, Onlays, Veneers, vollanatomische Kronen
- inCoris CEREC Blocs (Sirona, Bensheim): Feldspatkeramikblöcke für Inlays, Onlays, Veneers, vollanatomische Kronen
- IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, FL): Leuzitverstärkte Glaskeramikblöcke für Inlays, Onlays, Veneers, vollanatomische Kronen
- IPS e.maxCAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, FL): Lithium-Disilikat-Keramikblöcke für vollanatomische Kronen, Kappen für Front- und Seitenzahnkronen

Beispiele für mehrfarbig geschichtete Rohlinge:

- VITABLOCS TriLuxe (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen): Feldspatkeramikblöcke für Inlays, Onlays, Veneers, vollanatomische Kronen
- VITABLOCS TriLuxe Forte (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen): Feldspatkeramikblöcke mit feinerer Nuancierung des Farbüberganges sowie mehr Chroma und Fluoreszenz im Zervikalbereich. Geeignet für Inlays, Onlays, Veneers, vollanatomische Kronen (Abb. 5)
- IPS Empress CAD Multi (Ivoclar Vivadent, Schaan, FL): Leuzitverstärkte Glaskeramikblöcke mit natürlichem Farb-, Transluzenz- und Fluoreszenzverlauf. Geeignet für Inlays, Onlays, Veneers, vollanatomische Kronen
- inCoris CEREC Blocs PC (Sirona, Bensheim): Polychromatische Feldspatkeramikblöcke in drei verschiedenen Farben für Inlays, Onlays, Veneers, vollanatomische Kronen

Infiltrationskeramiken

Schleifbare Blöcke aus Infiltrationskeramiken werden im porösen, kreidigen Zustand bearbeitet und anschließend mit Lanthanglas infiltriert. Alle Rohlinge für Infiltrationskeramiken stammen aus dem VITA In-Ceram System und werden in drei Variationen angeboten:

- VITA In-Ceram ALUMINA (Al_2O_3) (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen): Geeignet für Kronenkappen im Front- und Seitenzahnbereich, dreigliedrige Brückengerüste im Frontzahnbereich
- VITA In-Ceram ZIRCONIA (Al_2O_3 , ZrO_2) (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen): Geeignet für Kronenkappen im Front- und Seitenzahnbereich, dreigliedrige Brückengerüste im Frontzahn-

Dentalkeramiken extrem hohe Risszähigkeit bieten die Möglichkeit, diesen Werkstoff als Gerüstmaterial für Kronen, Brücken und Primärteleskope (Abb. 6 bis 9) sowie, bei korrekter Indikationsstellung, für individuelle Implantat-Abutments zu verwenden (Abb. 10). Die Zugabe von 3 Mol-% Y_2O_3 führt zu einer metastabilen tetragonalen Phase bei Raumtemperatur, die durch einen

Indikationen

Das Anwendungsspektrum für vollkeramische Werkstoffe erstreckt sich mittlerweile vom klassischen „Keramik-inlay“ bis hin zu mehrgliedrigen Brückenrestaurationen. Trotzdem ist es nach Ansicht der Autoren unbedingt notwendig, sich streng an die Empfehlungen

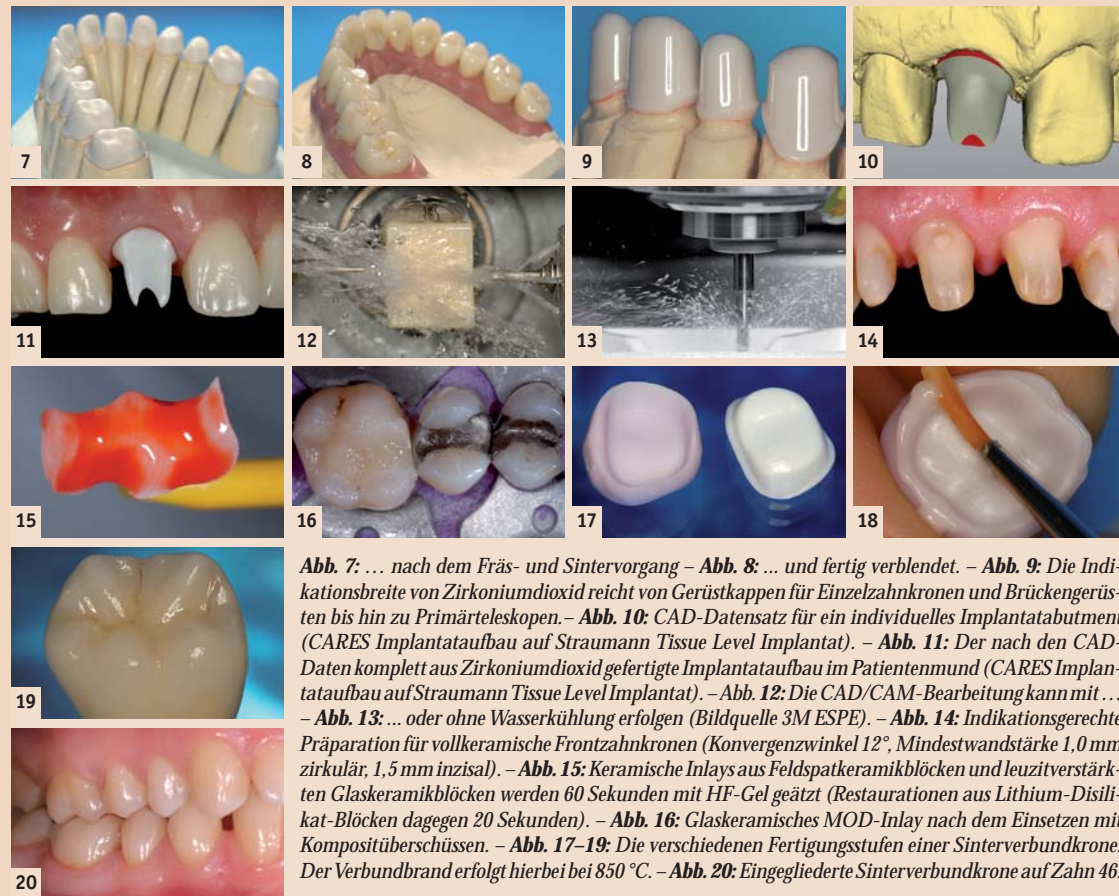


Abb. 7: ... nach dem Fräs- und Sintervorgang – Abb. 8: ... und fertig verblendet. – Abb. 9: Die Indikationsbreite von Zirkoniumdioxid reicht von Gerüstkappen für Einzelzahnkronen und Brückengerüsten bis hin zu Primärteleskopen. – Abb. 10: CAD-Datensatz für ein individuelles Implantatabutment (CARES Implantataufbau auf Straumann Tissue Level Implantat). – Abb. 11: Der nach den CAD-Daten komplett aus Zirkoniumdioxid gefertigte Implantataufbau im Patientenmund (CARES Implantataufbau auf Straumann Tissue Level Implantat). – Abb. 12: Die CAD/CAM-Bearbeitung kann mit ... – Abb. 13: ... oder ohne Wasserkühlung erfolgen (Bildquelle 3M ESPE). – Abb. 14: Indikationsgerechte Präparation für vollkeramische Frontzahnkronen (Konvergenzwinkel 12° , Mindestwandstärke 1,0 mm zirkulär, 1,5 mm inzisal). – Abb. 15: Keramische Inlays aus Feldspatkeramikblöcken und leuzitverstärkten Glaskeramikblöcken werden 60 Sekunden mit HF-Gel geätzt (Restaurationen aus Lithium-Disilikat-Blöcken dagegen 20 Sekunden). – Abb. 16: Glaskeramisches MOD-Inlay nach dem Einsetzen mit Kompositüberschüssen. – Abb. 17–19: Die verschiedenen Fertigungsstufen einer Sinterverbundkrone. Der Verbundbrand erfolgt hierbei bei $850^\circ C$. – Abb. 20: Eingegliederte Sinterverbundkrone auf Zahn 46.

bereich und Seitenzahnbereich. Dank des ausgezeichneten Maskierungsvormögens eignet sich diese Keramik hervorragend für stark verfärbte Stümpfe.

- VITA In-Ceram SPINELL ($MgAl_2O_4$) (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen): Besitzt die höchste Transluzenz aller Oxidkeramiken und empfiehlt sich somit für die Fertigung hoch ästhetischer Frontzahnkronengerüste, insbesondere auf vitalen Zahnstümpfen und bei jungen Patienten

Oxidische Hochleistungskeramiken

Derzeit werden Aluminiumoxid und Zirkoniumdioxid als Rohlingsblöcke für die CAD/CAM-Technologie angeboten.

Aluminiumoxid (Al_2O_3)

Diese oxidische Hochleistungskeramik wird in einem vorgesinterten Stadium beschliffen und anschließend bei $1.520^\circ C$ im Sinterofen dichtgesintert. Die Indikation für Aluminiumoxid sind Kronenkappchen im Front- und Seitenzahnbereich, Primärteile und dreigliedrige Frontzahnbrückengerüste. Die geschliffenen Gerüste können mit VITA In-Ceram AL Coloring Liquid in mehreren Farben individuell eingefärbt werden

Beispiele für schleifbare Aluminiumoxidblöcke:

- VITA In-Ceram AL Block (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen)
- inCoris AL (Sirona, Bensheim) in einem elfenbeinartigen Farbton (Farbe F 0,7) erhältlich

Yttriumstabilisiertes Zirkoniumdioxid (ZrO_2 , Y-TZP)

Zirkoniumdioxid ist eine oxidische Hochleistungskeramik mit hervorragenden mechanischen Eigenschaften. Die hohe Biegefestigkeit und die unter

Übergang in eine monokline Phase das Fortschreiten von Rissen in der Keramik verhindert und somit die hohe Risszähigkeit bewirkt (Umwandlungs- oder Transformationsverstärkung).

Beispiele für Zirkonoxid-Blöcke:

- Lava Frame (3M ESPE, Seefeld)
- Cercon smart ceramics (DeguDent, Hanau)
- Everest ZS und ZH (KaVo, Biberach)
- inCoris ZI (Sirona, Bensheim)
- In-Ceram YZ (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen)
- zerion (Straumann etkon, Gräfelfing)
- ZENO Zr (WIELAND Dental + Technik, Pforzheim)

CAD/CAM-Anwendungen

Grundsätzlich kann zwischen drei verschiedenen Fertigungsmöglichkeiten in der dentalen CAD/CAM-Anwendung unterschieden werden. Diese sind:

- Chairside-Fertigung
- Labside-Fertigung
- Zentrale Herstellung im Fertigungszentrum

Alle drei Varianten zeigen sowohl Vor- als auch Nachteile. Vollkeramische Materialien können dabei mit jeder der drei Fertigungsmethoden bearbeitet werden. Allerdings zeigen sich wesentliche Unterschiede in der Materialvielfalt, sodass bei einigen Systemen sowohl Glas-, Infiltrations- als auch oxidische Hochleistungskeramiken zur Anwendung kommen, während andere Systeme ihren Fokus auf die Bearbeitung von Zirkoniumdioxid legen. Dies hängt vor allem davon ab, ob die Bearbeitung mit oder ohne Wasserkühlung erfolgt (Abb. 12 und 13). Glaskeramische Werkstoffe können ausschließlich unter Wasserkühlung bearbeitet werden, da ansonsten das Material und die Schleifkörper geschädigt würden.

und Freigaben der jeweiligen Hersteller zu halten.

Präparationsrichtlinien

Die Präparationen für keramische Restaurationen unterscheiden sich je nach verwendetem Material. Ein gemeinsames Merkmal ist jedoch die sog. keramikgerechte Präparation, mit gerundeten Kanten ohne scharfe Übergänge. Für Zirkoniumdioxid Einzelkronen sollte eine Gerüststärke von 0,5 mm (im Frontzahnbereich 0,3 mm) und ein Platzbedarf von 0,5–1,0 mm eingeplant werden. Die Stufenpräparation mit innengerundeter Kante stellt die Präparationsgrenze der Wahl dar. Die ausgeprägte Hohlkehle, die ebenso viel Zahnhartsubstanzabtrag erfordert, ist der Stufe als Präparationsgrenze unterlegen. Zur Erzielung einer möglichst guten primären Passung ist ein Präparationswinkel von $8-12^\circ$ geeignet. Die Inzisalkante des präparierten Stumpfes sollte mind. 1 mm betragen, um ein optimales Ausschleifen des Inzisalbereiches während der CAD/CAM-Bearbeitung zu ermöglichen. Für keramische Werkstoffe mit niedriger Eigenfestigkeit (z.B. leuzitverstärkte Keramiken) wird ein Konvergenzwinkel von 12° in Verbindung mit einer Stufenpräparation und gerundeter Innenkante als besonders geeignet angesehen. Dabei müssen die Mindestschichtstärken (1,0 mm zirkulär und 1,5 mm okklusal) streng eingehalten und bei der Präparation berücksichtigt werden (Abb. 14). Für Lithium-Disilikat-Keramiken werden ähnliche Präparationsrichtlinien vorgeschlagen, wobei die zirkuläre Mindestschichtstärke bei 0,8 mm und die okklusale Mindestschichtstärke bei 1,5 mm liegen.


Befestigung

Das Befestigungsprotokoll richtet sich nach der Präparation und der Eigen-

festigkeit der Keramik. So lassen sich Vollkronen aus Lithiumdisilikat und Zirkoniumdioxidgerüsten nach werkstoffkundlichen Gesichtspunkten konventionell mit herkömmlichen Zementen befestigen. Kapselpräparate (z. B. Ketac Cem, 3M ESPE, Seefeld) sind hier aufgrund des exakten Mischungsverhältnisses bestens geeignet. Keramiken mit geringer Eigenfestigkeit benötigen das Verbundsystem mit dem natürlichen Zahn, um ausreichende Stabilität zu gewährleisten (Abb. 15 und 16).

Ausblick

Neue Fertigungsvarianten im Bereich des vollkeramischen Zahnersatzes werden derzeit von mehreren Herstellern angeboten bzw. getestet. An erster Stelle sei hier das von der Firma WIELAND Dental + Technik (Pforzheim) angebotene CAO-Verfahren (Computer Aided Overpress) genannt, bei dem neben der Gerüststruktur aus Zirkoniumdioxid eine Verblendhülle aus rückstandlos verbrennbarem Kunststoff im CAD/CAM-Verfahren hergestellt wird. Anschließend werden beide Komponenten zusammen gewachst, eingebettet und aufgeheizt, um dann in der klassischen Überpresstechnik fertiggestellt zu werden. Dieses Vorgehen erspart dem Labor das Aufwachsen der Verblendung für das Überpressverfahren, sodass damit eine kosteneffizientere Herstellung möglich ist.

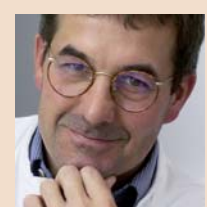
Eine noch höhere Effektivität verspricht die sogenannte „Sinterverbundkrone“ (SVK®), bei der ebenfalls die beiden Kronenbestandteile, Gerüst und Verblendung, im CAD/CAM-Verfahren hergestellt werden. Allerdings geschieht dies bereits mit den definitiven Materialien, welche anschließend im sogenannten „Sinterverbundbrand“ zusammengefügt werden (Abb. 17–20). Dieses Verfahren befindet sich derzeit im Prototypenstadium und könnte auch für die Herstellung von Brücken geeignet sein. Erste materialwissenschaftliche Untersuchungen deuten auf das hohe mechanische Potenzial der Sinterverbundkrone hin. 

ZWP online Nachdruck mit freundlicher Genehmigung der Zahnarzt Wirtschaft Labor.



Priv.-Doz. Dr. Florian Beuer

Oberarzt
Poliklinik für zahnärztliche Prothetik der Ludwig-Maximilians-Universität München
Goethestr. 70
80336 München
Florian.Beuer@med.uni-muenchen.de



Josef Schweiger

Laborleiter
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Ludwig-Maximilians-Universität München
Zahn.Labor@med.uni-muenchen.de

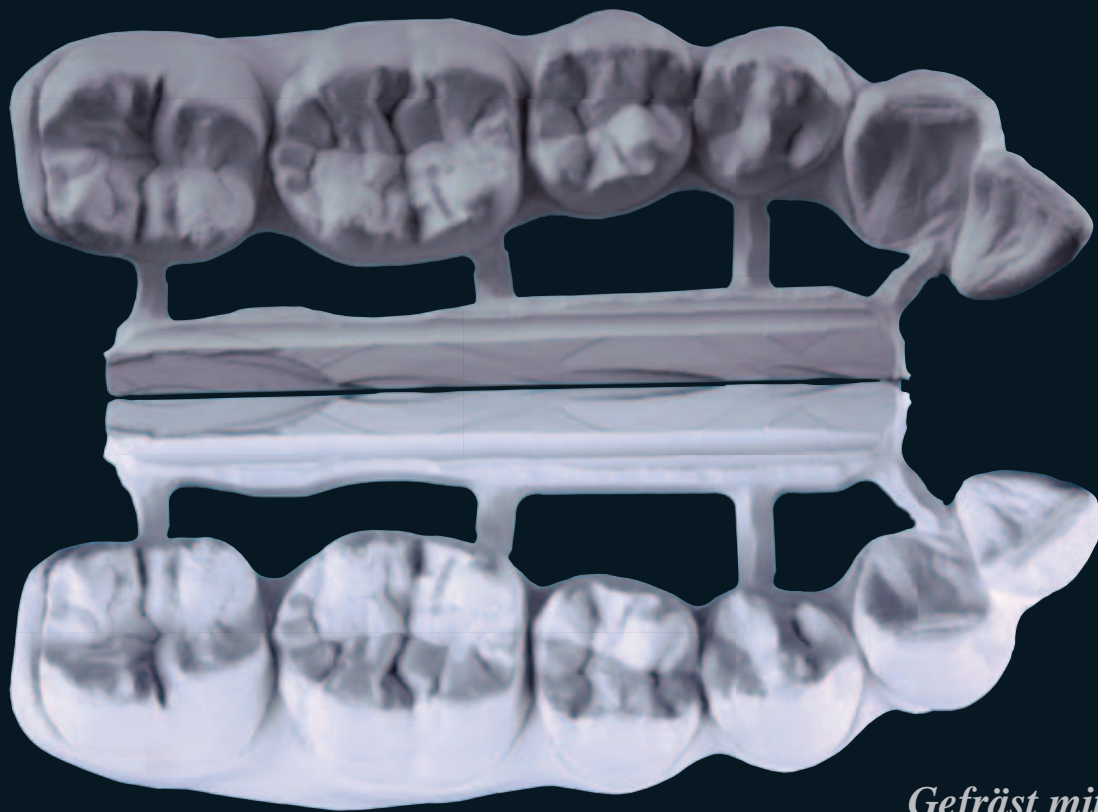
CAD/CAM SYSTEM „5-TEC“

5-Achsen-Simultan-Frästechnologie:

Ausgestattet mit der zukunftsweisenden Orbit-Technologie ermöglicht die 5-Achsen-Simultan-Frästechnologie optimale Anstellwinkel der Fräswerkzeuge. Somit erreichen Sie garantiert jeden gewünschten Fräspunkt des Werkstücks und können auch unter sich gehende Stellen und Divergenzen einfach und schnell bearbeiten.

Der Unterschied

Mit der 5-Achsen-Simultan-Frästechnologie kann das Werkstück im Vergleich zu 4+1-Achsensystemen beliebig wie auf einer Kugel geschwenkt werden. Bei 4+1 Geräten ist lediglich eine vordefinierte Bewegung hinterlegt, die nicht angepasst werden kann. Entgegen mathematischen Grundregeln sind also in der Frästechnologie 4+1 Achsen nicht gleich 5 Achsen!



Gefräst mit 5-TEC

CAD/CAM SYSTEM 5-TEC

- Fräsgerät M5 mit 2 Frässpindeln
- Vollautomatischer, optischer Scanner S600
- Software-Paket
- Personal Computer inklusive Bildschirm

39.800 €



„...weil wir lieben
was wir tun!“

Andreas Steyer



Gefräst aus
Kunststoff

