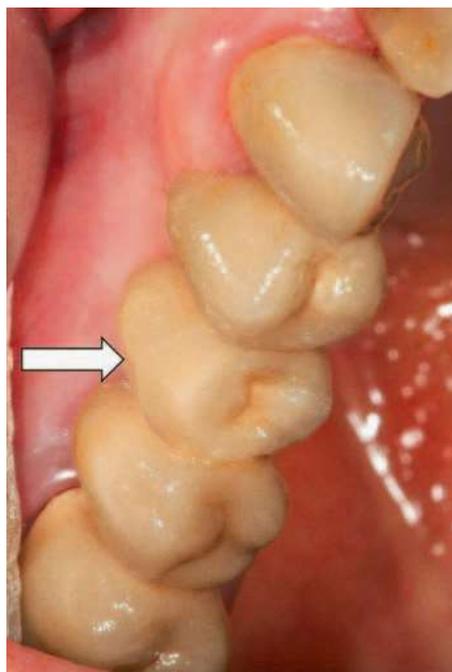


# Vollkeramischer Zahnersatz – Möglichkeiten und Grenzen von CAD/CAM

Eine Patientin, die ein dreiviertel Jahr zuvor mit einer verblendeten Vollkeramikbrücke mit Zirkoniumdioxidgerüst versorgt wurde, stellte sich kürzlich in unserer Poliklinik vor: Sie habe gemerkt, wie „... beim Frühstück an ihrer schönen neuen Brücke etwas abgeplatzt sei ...“. Die Patientin war besorgt und fragte, ob eine Neuanfertigung erforderlich sei.

Während der klinischen Untersuchung offenbarte sich eine Fraktur der Verblendkeramik am Zahn 15 (s. *Abbildung 1*). Es handelte sich um eine kohäsive Fraktur, was bedeutet, dass der Bruch innerhalb der Verblendkeramik verlief. Trotz der relativ großen Abplatzung konnte die Frakturstelle verschliffen und poliert werden. Ästhetische oder funktionelle Beeinträchtigungen lagen nicht vor. Eine Neuanfertigung war zur großen Freude der Patientin vermeidbar. Bei Analyse dieser Komplikation muss in Betracht gezogen werden, dass derartige vollkeramische Versorgungen auf Basis von Zirkoniumdioxidgerüsten eine erhöhte Frakturanfälligkeit der Verblendkeramik aufweisen. Ob diese Verblendungsfraktur durch eine noch intensivere Kontrolle von statischer und dynamischer Okklusion vermeidbar gewesen wäre, bleibt fraglich. Dieses klinische Fallbeispiel spiegelt auf sehr anschauliche Weise wider, dass Zahnersatz auf Basis von Hochleistungskeramiken durchaus Probleme aufweisen kann und einer besonderen Planung und gewissenhaften Ausführung bedarf.



**Abb. 1 a – Fraktur der Verblendkeramik (Chipping) am Zwischenglied einer vollkeramischen Brücke**



**Abb. 1 b – Fragment**

Vollkeramische Systeme zur Herstellung von Kronen und Brücken sind spätestens seit der Einführung des Zirkoniumdioxids als Gerüstwerkstoff in die Zahnheilkunde sprichwörtlich in aller Munde. Viele Hersteller bieten vollkeramische Werkstoffe an und bewerben diese teilweise sehr aufwendig. Unterstützt wird dieser Trend nicht zuletzt durch die steigenden Edelmetallpreise. Allein der Preis für Gold stieg in den vergangenen fünf Jahren um 196 % (Börse Frankfurt, 01.06.2005 vs. 01.06.2010). Die Verwendung hochgoldhaltiger Legierungen für Zahnersatz wird damit für Zahnärzte und -techniker zunehmend unattraktiver und macht die Suche nach kostengünstigeren Alternativen erforderlich. Hinzu kommt die verstärkte Nachfrage metallfreier ästhetischer Frontzahnrestaurationen durch die Patienten. Ergebnis dieser Entwicklung ist eine für den Praktiker schwer überschaubare Menge an Anbietern und Werkstoffsystemen. Zahlreiche bunte Faltblätter und Prospekte zeigen hoch ästhetische Kronen- und Brückenversorgungen und erwecken teilweise den Eindruck, die Verwendung von Metalllegierungen in der Zahnmedizin sei obsolet. Leider sind in diesen Produktbeschreibungen klare Indikationsgrenzen und Hinweise zur Therapie oft nur unzureichend

enthalten. Auch die Wahl der Produktbezeichnungen führt teilweise zu Verwirrungen. Ein Beispiel hierfür ist der Gerüstwerkstoff „In-Ceram ZIRCONIA®“ der Firma VITA®, welcher nicht wie von der Bezeichnung her anzunehmen aus reinem Zirkoniumdioxid besteht, sondern eine glasinfiltrierte Oxidkeramik darstellt. Aus diesem Grund soll im Folgenden eine praxisorientierte Darstellung zur Indikation, Planung und Therapie von CAD-/CAM-gefertigtem, vollkeramischem Zahnersatz gegeben werden. Dabei wird sowohl auf die praktischen Behandlungsschritte mit ihren besonderen klinischen Anforderungen als auch auf Indikationen und Kontraindikationen eingegangen.

## Begriffsbestimmung

Der Begriff Keramik oder Vollkeramik ist ein Überbegriff für eine Vielzahl verschiedener Werkstoffsysteme. Für die dentale Anwendung unterscheidet man dabei grundlegend zwischen Glaskeramiken auf Silikatbasis und Hartkernkeramiken auf Aluminium- oder Zirkoniumdioxidbasis ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder  $\text{ZrO}_2$ ). Hartkernkeramiken weisen eine sehr hohe Festigkeit auf. Sie sind zwar in verschiedenen Grundtönen einfärbbar, bieten aber aufgrund ihrer fehlenden Transparenz keine ausreichende Möglichkeit der natürlichen Nachgestaltung von Zähnen und Zahnoberflächen. Aus diesem Grund werden sie in aller Regel nur zur Herstellung von Kronen- oder Brückengerüsten herangezogen und mit einer glaskeramischen Verblendung versehen – ähnlich, wie dies bei metallkeramischen Brücken geschieht.

Glaskeramiken für Einzelkronen, Veneers, Inlays oder Teilkronen sind seit mehreren Jahrzehnten etabliert. Eine Weiterentwicklung stellten in den 1980er Jahren leuzitverstärkte Glaskeramiken (Lithiumdisilikatkeramik) mit verbesserten mechanischen Eigenschaften dar. Moderne, CAD/CAM gefertigte Hochleistungskeramiken wie  $\text{ZrO}_2$  oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$  weisen im Vergleich zu Glaskeramiken eine sehr hohe Druckfestigkeit auf. Gegenüber Metallen verfügen sie allerdings nach wie vor über eine wesentlich geringere Biegefestigkeit und Bruchzähigkeit, was die teilweise gebräuchliche Bezeichnung „wei-

ßer Stahl“ zweifelhaft erscheinen lässt. Der Vorteil bei der Verwendung von Zirkoniumdioxidkeramiken im Vergleich zu anderen Dentalkeramiken liegt in der Reaktion des Werkstoffes auf initiale Sprünge und Risse. Während bisher verwendete Dentalkeramiken bei Rissbildungen ein fortwährendes Risswachstum bis hin zur Fraktur der Versorgung aufweisen, kann die Struktur des Zirkoniumdioxids bis zu einem gewissen Maße ein Risswachstum stoppen oder zumindest stark behindern. Nähere Informationen zum Vergleich werkstoffkundlicher Parameter zwischen Metall- und Vollkeramik sind in dem entsprechenden Artikel der Sonderbeilage Prothetik des Zahnärzteblattes Sachsen aus dem Jahr 2009 enthalten. Eine Übersicht zur Einteilung dentaler Keramiken gibt Abbildung 2.

Erste Untersuchungen zur Verwendung von Hochleistungskeramiken belegen für mittelfristige Zeiträume bei Einzelkronen ähnlich gute Erfolgsraten wie für metallkeramische Versorgungen. Bei Brücken treten im Zeitraum von bis zu fünf Jahren vermehrt biologische und technische Komplikationen auf. Frakturen der eigentlichen Hartkerngerüste aus Hochleistungskeramiken sind selten. Frakturen der Verblendkeramiken, sogenannte „Chippings“, treten dagegen häufiger auf und sind ein bekanntes Problem. Dabei verläuft die Frakturlinie meistens direkt durch die Verblendkeramik (kohäsiver Bruch). Der Verbund zwischen Oxidkeramik und Verblendkeramik bleibt in aller Regel intakt.

**Klinische Anwendung/Therapieschritte**

• **Planung**

Ehe der Schleifer die zu präparierenden Zähne das erste Mal berührt, können bereits Entscheidungen zur Werkstoffauswahl gefallen sein, die einen Misserfolg eher wahrscheinlich machen. Daher ist es von besonderem

Interesse, schon im Vorfeld der Behandlung, Situationen, die den Einsatz vollkeramischer Systeme problematisch erscheinen lassen, zu erkennen. Der klinische Befund, Studienmodelle aber auch Fotos sind dafür geeignete Werkzeuge. Beispielhaft dafür seien die folgenden beiden Patientenfälle dargestellt: In Abbildung 3 sind vier vollkeramische Einzelkronen bei einer jüngeren Patientin mit sehr hohem ästhetischen Anspruch gezeigt. Die Patientin weist keine Parafunktionen oder funktionellen Störungen auf, eine keramikgerechte Präparation konnte realisiert werden. Der Patient in Abbildung 4 dagegen



**Abb. 3 – Vier vollkeramische Einzelkronen (12 – 22) auf ZrO<sub>2</sub>-Gerüsten bei einer jungen Patientin mit hohen ästhetischen Ansprüchen**

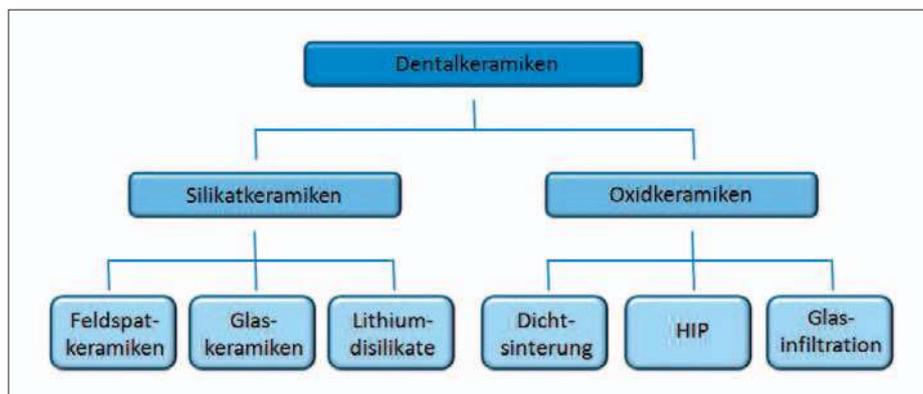


**Abb. 4 – Unverblendete und teilverblendete, metallkeramische Versorgung eines Patienten bei Sanierung eines starken Abrasionsgebisses**

weist trotz seines Alters von ca. 35 Jahren ein sehr starkes Abrasionsgebiss auf. Die ebenfalls hohen ästhetischen Ansprüche dieses Patienten konnten aufgrund der schlechten klinischen Ausgangssituation nicht realisiert werden. Es erfolgte in Abstimmung mit dem Patienten eine okklusal unverblendete, metallkeramische Versorgung (s. Abbildung 3 und 4).

In der folgenden Checkliste sollen ausgewählte Situationen erwähnt werden, die die Indikation für vollkeramische Systeme einschränken.

1. Viele Hochleistungskeramiken sind seitens der Hersteller auf maximal viergliedrige Brücken beschränkt. Entscheidet sich der Behandler entgegen der Herstellerrichtlinien trotzdem zur Verwendung von Zirkoniumdioxid, betritt er rechtlich „glatte Boden“. Eine derartige Therapie könnte als „Off Label Use“ angesehen werden und forensische Konsequenzen haben. Sie entspricht juristisch dem Äquivalent in der Pharmakologie: Verwendung eines Wirkstoffes für wissenschaftlich nicht abgesicherte Indikationen.
2. Besonders im parodontal vorgeschädigten Gebiss bzw. bei Zähnen mit singulären zervikalen Defekten ist von einer unregelmäßigen Präparationsgrenze auszugehen. Tangentiale oder sehr wellenförmige Abschnitte sind für die CAD/CAM-Technologie ungeeignet. Hier ist die VMK-Technik mit ihren Möglichkeiten der Präparationsgrenzengestaltung als vorteilhaft anzusehen.
3. Im Modell lässt sich die Stumpfhöhe nach erfolgter okklusaler Reduktion abschätzen. Es sollten reichlich 1,5 mm Platz zum Antagonisten sein. Drei Millimeter Retentionsmanschette sind empfehlenswert. Auch Konnektorenstärken für Brücken können abgeschätzt werden, wie im folgenden Abschnitt zu labortechnischen Aspekten gezeigt wird (Abbildung 11). Gekippte Molaren stellen nicht nur eine Gefahr für eine gemeinsame Einschubrichtung dar – das CAD-System kann nicht wie ein Zahntechniker „schwenken“ –, sondern es ist auch schwieriger, bei ausreichender okklusaler Reduktion eine akzeptable Retentionsmanschette zu erzielen.
4. Weist der Patient Abrasionen auf, die auf Parafunktionen schließen lassen, sollten vollkeramische Werkstoffe sehr zurückhaltend eingesetzt werden (Abbildung 5). Bei weiterem Zahnhartsubstanzverlust kommt es zu Vorkontakten auf der Restauration, was Verblendfrakturen begünstigt. Schon im Vorfeld sollte eruiert werden, ob



**Abb. 2 – Einteilung von Keramiken für dentale Anwendung**

der Patient so compliant ist, dauerhaft Aufbisschienen zu tragen. Allerdings ist es in der Regel nicht Ziel einer prothetischen Therapie, Zahnersatz nur unter der Voraussetzung der Eingliederung einer Aufbisschiene anzufertigen.



**Abb. 5 – Kontraindikation für vollkeramische Versorgungen: Patient mit starkem Abrasionsgebiss**

5. Besonders im Frontzahnggebiet bieten metallfreie Restaurationen ästhetisch hervorragende Therapieoptionen. In der Befundung sollte festgestellt werden, wie die Lachlinie und der Bukkalkorridor des Pa-

tienten verlaufen. Diese Befunde liefern Hinweise, wie wichtig die ästhetischen Eigenschaften der zu verwendenden Materialien sind.

6. Gerade bei Neuversorgungen der Oberkieferfront sollte beachtet werden, dass der Patient sich an veränderte Situationen anpassen muss. Allerdings ist das Probetragen vollkeramischer Restaurationen aufgrund der schwierig zu handhabenden



**Abb. 6 – Langzeitprovisorische Kunststoffkronen zum Test des ästhetischen Ein-drucks mit nachträglicher Möglichkeit der Formkorrektur (Definitive Versorgung siehe Abbildung 3)**

- zurück zum Inhaltsverzeichnis -

Entfernung des Werkstücks nicht unproblematisch. Mitunter kommt es dabei zu initialen Rissbildungen, die unter Umständen in der folgenden Trageperiode zu einer Fraktur führen könnten. Umgehen lässt sich dieses Problem mit dem Tragen laborgefertigter Provisorien, die solange umgearbeitet werden können, bis der Patient mit Größe und Form der Kronen einverstanden ist (s. Abbildung 6).

7. Abschließend sollte man sich in der Planungsphase fragen, wer eigentlich die Vollkeramikbrücke wünscht: der Zahnarzt, der Zahntechniker oder wirklich der Patient? Eine Aufklärung über verschiedene Materialoptionen sollte erfolgen, wobei auf erhöhte Abplatzraten der Zirkoniumdioxidverblendungen hingewiesen werden sollte.

Überwiegen die Vorteile für die metallfreien Systeme und der Patient wünscht eine entsprechende Versorgung, schließen sich die nun folgenden Therapieschritte an:

- **Präparation**

Aufgrund der Abtasteigenschaften der Scan-

Anzeige

# Innovation durch Spitzentechnik

## Vollkeramik aus Sachsen

**SOMMER  
SPEZIAL**

Beste Qualität zum Kennenlernpreis  
vom 1. Juli bis 31. August 2010

Zirkonoxydkrone-/  
Brückenglied

zum Komplettpreis  
je **150,- EUR**



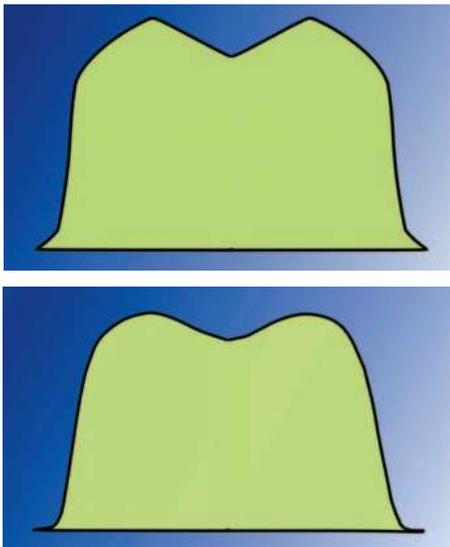
**Dentallabor Lexmann GmbH**

Bremer Straße 57 | 01067 Dresden | Telefon 0351 32022555 | Telefax 0351 32022999  
info@dentallabor-lexmann.de | www.dentallabor-lexmann.de

Beachten Sie bitte auch unser Fortbildungsangebot im Internet.



ner ist eine leicht konische Präparationsform anzustreben. Die korrespondierenden Flächen der Retentionsmanschette sollten in einem Winkel von etwa 12° zueinander stehen, was einer im Vergleich zur Metallkeramik konischeren Form entspricht (s. *Abbildung 7*). Dies ermöglicht eine gute Passung der Gerüste ohne manuelles Nacharbeiten durch den Zahntechniker. Aus diesem Grund ergibt sich die Konsequenz, auf eine ausreichende Reststumpfhöhe zu achten, um Dezementierungen vorzubeugen.

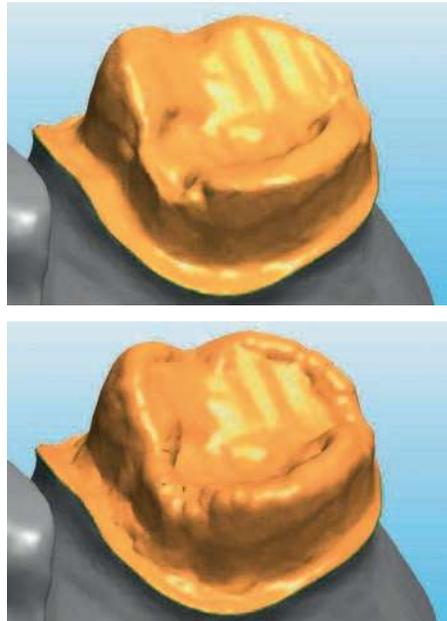


**Abb. 7 – Grafischer Vergleich der anzustrebenden Präparationsformen für a) metallkeramische und b) vollkeramische Versorgungen**

Um die ästhetischen Vorteile der Vollkeramik besonders im Frontzahnbereich ausspielen zu können, ist auf eine ausreichende Reduktion während der Präparation zu achten. Hier sind an den unpräparierten Zähnen oder an einem Wax-up erstellte Silikon-schlüssel von großem Wert. Sie ermöglichen eine die Anatomie des Zahnes berücksichtigende gleichmäßige Präparation. So können Überkonturierungen, aber auch sogenannte „White Spots“ in den fertigen Restaurationen verhindert werden.

Von besonderer Wichtigkeit ist das Abrunden verbliebener Kanten. Sie erhöhen ansonsten den auf das Gerüst wirkenden Stress. Außerdem sind spitz zulaufende Präparationen, wie sie häufig bei Frontzähnen vorkommen, nicht mit CAD/CAM-Systemen umsetzbar. Auch wenn die Kante der Präparation nur 0,1 mm stark ist, muss sie mit dem dünnsten Schleifer der CAM-Maschine (meist 0,8 mm) ausgeschliffen werden. Dies wiederum führt zu hohl liegenden Bereichen

zwischen Stumpf und Gerüst und Überkonturierungen im inzisalen Bereich (s. *Abbildung 8*).



**Abb. 8 – Scan einer Kronenpräparation: a) direkt nach dem Scannen des Gipsmodells; b) nach der digitalen Nachbearbeitung durch die Software unter Berücksichtigung des minimalen Schleiferdurchmessers der Fräsmaschine**

Als Präparationsgrenze wird eine Stufe mit abgerundeter Innenkante oder eine klar definierte Hohlkehle empfohlen (*Abbildung 7*). Wichtig ist ein für den Scanner erfassbarer harmonischer Verlauf der Grenze. Eine nach zentrifugal ansteigende Präparationsgrenze („Dachrinne“) ist zu vermeiden, sie kann von den meisten Scannern nicht erkannt werden. Dünn auslaufende Federränder sind durch Zirkoniumdioxid nicht umsetzbar. Die Mindeststärke der Käppchen sollte 0,4 mm betragen. Unverblendete, lediglich glasierte Bereiche sind möglich und minimieren die Gefahr der zervikalen Überkonturierung.

Wie bei Präparationen für Metallkeramik schließt sich eine Kontrolle der Reduktion in Statik und Dynamik an. Auch Vorkontakte in Protrusion oder Laterotrusion führen möglicherweise zu vermehrten Abplatzungen.

• **Abformung/Kieferrelationsbestimmung**

Ziel der Abformung ist ein dimensionsgetreues Modell, um eine Restauration mit einer leichten Spielpassung zu erhalten. Klemm- oder Presspassungen führen zu Spannungsspitzen, die wiederum die Gefahr einer Fraktur erhöhen. Aus diesem Grund ist die Korrekturabformung, aus der tendenziell eher zu kleine Gipsstümpfe resultieren, we-

niger geeignet. Ein einzeitiges Abformverfahren, kombiniert mit einer Doppelfadentechnik, liefert in den meisten Fällen ausreichend gute Ergebnisse.

Präzise Abformungen und eine sinnvoll gewählte Kieferrelationsbestimmung liefern eine vertikale Laborsituation, die der des Patienten entspricht. Okklusale Einschleifmaßnahmen mindern die Güte der Verblendkeramik und sollten deswegen auf ein Minimum reduziert werden. In diesem Zusammenhang sei auf bereits im Zahnärzteblatt veröffentlichte Artikel verwiesen („Abformungen“ in der Sommerbeilage 2009 und „Registriertechniken“ März/2010). Diese beiden scheinbar banalen Arbeitsschritte tragen, wenn sie sauber durchgeführt werden, sehr zum Erreichen der gewünschten Güte bei und reduzieren qualitätsgefährdende Anpassungsmaßnahmen um ein Vielfaches.

• **Labortechnische Aspekte der Fertigung**

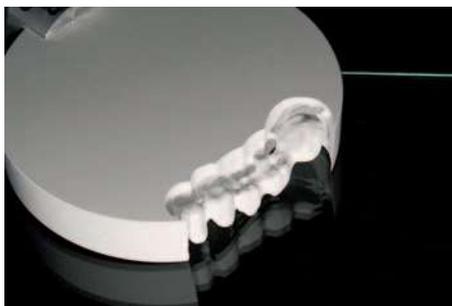
Trotzdem die Fertigung des vollkeramischen Zahnersatzes in der Regel nicht in der Zahnarztpraxis selbst geschieht, ist das Verständnis des behandelnden Zahnarztes von gewissen Aspekten der laborseitigen Herstellung eine Voraussetzung für den Erfolg. Es gibt verschiedene Stellen, an denen in den CAD/CAM-Fertigungsprozess eingestiegen werden kann. Entweder direkt nach der Präparation mit der optischen Abformung, dem Abtasten der konventionellen Abformung, dem Einscannen eines Gipsmodells (s. *Abbildung 9*) oder dem Kopierschleifen einer in PMMA gefertigten Modellation kann digitalisiert werden.



**Abb. 9 – Optisches Scannen eines Gipsstumpfes im zahntechnischen Labor**

Zirkoniumdioxid wird heute meist in einem vorgesinterten Zustand verarbeitet (s. *Abbildung 10*).

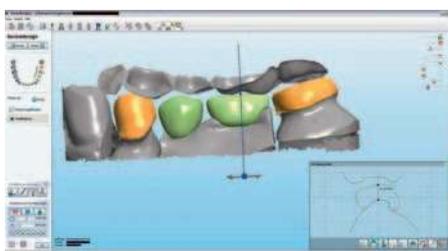
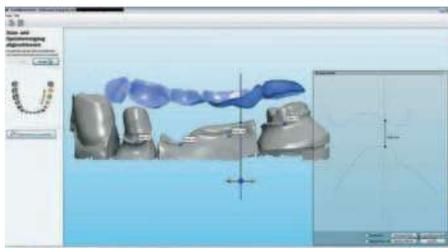
Bei dünn auslaufenden Kronenrändern muss deshalb vom Zahntechniker vor dem Ausfräsen etwas übermodelliert werden. Um Überkonturierungen zu vermeiden, wird anschließend unter Wasserkühlung mit



**Abb. 10 – a) Fräsen eines  $ZrO_2$ -Brückengerüsts in einer entsprechenden Fräsmaschine; b) CAD-/CAM-gefertigtes  $ZrO_2$ -Gerüst nach dem Fräsen am Rohling, noch im vorgesinterten Zustand**

einer Turbine nachgearbeitet. Das konventionelle trockene Fräsen würde zu initialen Rissbildungen führen.

Die oben erwähnte genaue Kontrolle von okklusaler Reduktion und ausreichendem Platzangebot zum Gegenkiefer ist für den Zahntechniker bei der digitalen Konstruktion des Brückengerüsts exakt überprüfbar. Durch das gleichzeitige Scannen des Gegenkiefers und einem softwareinternen Matching von Ober- zu Unterkiefer lässt sich der zur Verfügung stehende Raum für die Verblendkeramik exakt bestimmen und Präparationsfehler werden deutlich (s. *Abbildung 11*). Entsprechende Korrekturhinweise des Technikers müssen hier ernst oder ein par-



**Abb. 11 – Digitale Konstruktion einer Brücke mit eingearbeitetem Gegenbiss: a) Ermittlung der möglichen Konnektorstärke am Brückenglied; b) Ermittlung des Platzangebotes für die okklusale Verblendkeramik**

tieller Verzicht auf Verblendkeramik in Kauf genommen werden, um eine ausreichende Langlebigkeit der Gesamtversorgung zu gewährleisten.

Zur Verblendung dürfen ausschließlich vom Hersteller zugelassene Keramikmassen verwendet werden. Dem Brennprozess ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. In der klassischen VMK-Technik wirkt das Metallgerüst wie ein Wärmeleiter. Zirkoniumdioxid hingegen verfügt über Eigenschaften eines Wärmeisolators. Bei unveränderter Brandführung kann es zu einem Wärmestau unter der Verblendung kommen, was wiederum zu inneren Spannungen in der Verblendkeramik führen könnte. Generell sollten gut untersuchten und wissenschaftlich abgesicherten Systemen der Vorzug gegeben werden.

#### • Eingliederung

Die gelieferte Restauration sollte bereits im Artikulator auf korrekte Dimensionierung überprüft werden. Auch Sprünge oder Risse in der Verblendkeramik sollten vor der Zementierung entdeckt werden. Das Licht der Polymerisationslampe liefert im richtigen Anstellwinkel Hinweise auf Inhomogenitäten oder initiale Defekte.

Passt die Restauration nicht mit leichtem Spiel auf den Stumpf, sollte neu abgeformt werden. Beim Ausschleifen in der Krone verliert der Behandler, je nach System, mitunter die Garantie des Herstellers. Auf eine gründliche Überprüfung der Situation in statischer und dynamischer Okklusion sei nochmals mit Nachdruck hingewiesen. Müssen nur kleinflächige Areale eingeschliffen werden, sollten diese mit einem geeigneten mehrstufigen System poliert werden (s. *Abbildung 12*). Raue Flächen sind Prädilektionsstellen für Abplatzungen. Wird großflächig eingeschliffen, sollte ein erneuter Glanzbrand erfolgen.



**Abb. 12 – Dreistufiges Set zur Glättung von Verblendkeramiken nach geringfügigen Nachbearbeitungen**

Bei umfangreichen Frontzahnrestaurationen bietet es sich an, den Zahntechniker bei der Farbbestimmung mit hinzuzuziehen.

Anzeige

**JPM Financial Solutions Vermögensmanagement GmbH**  
**Herr Dipl.-Kfm. Jörg-Peter Müller**  
 Mendelssohnallee 17 • 01309 Dresden • Tel. 0351/3143251  
 Beratung@jpm-dresden.de • www.jpm-dresden.de

Dipl.-Kfm. Jörg-Peter Müller ist zertifiziert zum:  
 Certified Financial Planner • Certified Foundation and Estate Planner

 **JPM**  
 Financial Solutions  
 Vermögensmanagement GmbH

**Finanzierungen für Sie als Zahnmediziner  
 ausschreiben | bewerten | empfehlen | betreuen  
 bestes Preis-/Leistungsverhältnis für Sie sichern**

Nur einmal Unterlagen einreichen und damit 100 Banken erreichen.

