



CAD/CAM-Vollkeramik



Digitaltechnik dringt weiter vor



Prof. Dr. rer. nat.
Dr. med. dent. Albert Mehl,
Universität Zürich
E-Mail: info@ag-keramik.de

Abdruckfreie Praxis, virtuelle Konstruktionsmodelle und Artikulation, biogenerische Kauflächengestaltung, Rapid-Prototyping und 3-D-Printing sind nur ein kleiner Ausschnitt von Themen aus der jüngsten Zeit. Damit verbunden ist, dass die „konventionelle“ CAD/CAM-Technik in Zahnarztpraxen, Praxislabors und Dentallabors längst angekommen ist und nun die nächsten Evolutionsstufen bevorstehen. Aus der anfangs zögerlichen Haltung gegenüber computergestelltem Zahnersatz ist jetzt ein akzeptiertes Standardverfahren geworden.

Wie kam es zu diesem Umschwung? Man erkannte den Nutzen von Zirkondioxidkeramik, die sich nur mit computergestützten Verfahren verarbeiten ließ. Auch andere Keramiken zeigten bessere Materialeigenschaften nach maschineller Bearbeitung. Durch die Weiterentwicklung der CAD-Software konnten vielfältige Konstruktionsmöglichkeiten geschaffen und auch die Effizienz der Schleif- und Frässysteme verbessert werden. Wirtschaftlichkeit bei gleichzeitig hoher Qualität der Restauration ist aktuell das „Markenzeichen“ der CAD/CAM-Technik.

Fertigungszentren werden künftig eine entscheidende Rolle spielen: Hohe Auslastung, spezialisiertes Personal und hohe Qualitätsmaßstäbe an die „Standardversorgung“ ermöglichen einen wirtschaftlichen Durchsatz, der die Amortisierung der hochentwickelten Fertigungsmaschinen ermöglicht und gleichzeitig für die Zukunft Preispotenzial nach unten offen lässt. Mittlere und kleinere Labors werden ihre Kernkompetenz in der computergestützten Herstellung hochwertiger, ästhetischer Versorgungen und in der Spezialanfertigung im Bereich der Teilpro-

thetik nutzen. Ein weiterer Trend ist die Chairside-Fertigung von Inlays, Onlays und Einzelkronen. Der Vorteil ist die Zeitersparnis für Zahnarzt und Patient sowie die Einsparung des Provisoriums, was zusätzlich die potenzielle Gefahr der Höckerfraktur, Schmelzrandabplatzung und die Schwächung der Dentinhaftung minimiert. Was wird die Zukunft bringen?

Die intraorale 3-D-Vermessung wird die abdruckfreie Praxis ermöglichen – nicht heute, aber vielleicht morgen. Die Geschwindigkeit, die Bedienung und die Genauigkeit der Aufnahmen werden verbessert und der Messbereich ausgeweitet werden. Hat man einmal einen 3-D-Datensatz der Zahnoberflächen abgespeichert, lässt sich damit auch eine völlig neuartige, zahnmedizinische Diagnostik durchführen, indem man die zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommenen Messdaten miteinander vergleicht. Bei kieferorthopädischen Behandlungen, bei der Analyse von Erosionen und Abrasionen, bei parodontalen Veränderungen oder Eingriffen sind so quantitative, dreidimensionale Verlaufskontrollen möglich. Ein ganz entscheidender Vorteil im Vergleich zur herkömmlichen Aufwachstechnik ist die funktionelle, morphologische Kauflächengestaltung. Virtuelle Artikulatoren können 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.

„CAD/CAM“ ist in aller Munde. Die Zahl der angebotenen Systeme hat sich seit den Anfängen in den 80er-Jahren vervielfacht. Eine beschleunigte Entwicklung war vor allem in den letzten fünf Jahren zu beobachten. Neue Verbindungen der einzelnen Systemanbieter untereinander sind entstanden. So vielfältig wie die Möglichkeiten sind, so zahlreich sind auch die für jedes Labor zu berücksichtigenden individuellen Aspekte und Bedürfnisse. Einige wichtige Fragen, die man im Vorfeld einer Neuanschaffung bedenken sollte, werden im Folgenden diskutiert und sollen eine Entscheidungshilfe liefern.

Die Wahl eines geeigneten CAD/CAM-Systems

Autoren: Dr. Heike Rudolph, Dr. Sebastian Quaas, Prof. Dr. Ralph Luthardt

Die Entwicklung auf dem Gebiet der CAD/CAM-Technologie, also dem computer-gestützten Design und der computergestützten Herstellung von dentalen Restaurationen, ermöglicht einerseits die Anwendung vollkeramischer Werkstoffe, die mit traditionellen zahntechnischen Verfahren nicht zu verarbeiten sind, und andererseits die Be- und Verarbeitung bekannter Werkstoffe mit neuen Fertigungsverfahren.

In den letzten Jahren entstand ein breites Angebot an unterschiedlichen Werkstoffen. Bei vollkeramischen Versorgungserweiterungen erweitert sich die Palette der möglichen Restaurationen bezogen auf die jeweilige Indikation. Gleichzeitig erlaubt der Einsatz neuer Fertigungstechnologien die Herstellung besonders kostengünstiger, edelmetallfreier Kronengerüste.

Fertigungstechnologien und Werkstoffe

Bei der Auswahl eines geeigneten CAD/CAM-Systems stellt sich somit grundsätzlich die Frage nach dem Werkstoff und der Fertigungstechnologie. Inwieweit manuelle Arbeitsschritte durch CAD/CAM-Prozessschrit-

te ersetzt werden, ist je nach System sehr unterschiedlich. In der einfachsten Variante wird anhand eines manuell aus Wachs oder Kunststoff angefertigten Kronen- oder Brückengerüsts durch Kopierschleifen eine Restauration hergestellt. Alternativ kann teilautomatisiert auf einem konventionell vorbereiteten Sägestumpf Schlicker aufgebracht werden. Die zugrunde liegende Technologie eines Systems bestimmt, welche Rohstoffe oder Rohlinge verarbeitet werden können. Prinzipiell können vier Technologien, mit denen CAD/CAM-Systeme arbeiten, unterschieden werden:

1. Hartbearbeitung dichtgesinterter oder zusätzlich gehippter Oxidkeramik („hippen“ leitet sich von „hot isostatic pressed“ ab, einer Technik zur weiteren Reduktion der Restporosität des keramischen Rohmaterials und somit Verbesserung der Festigkeit).
2. Bearbeitung keramischer Blockmaterialien, die eine anschließende Nachbearbeitung (z.B. Sintern oder Glasinfiltrieren) erfordern.
3. Aufbringen von Keramik-Pulver oder -Schlicker (i.d.R. mit anschließendem Sintern).
4. Laserverfahren für die Verarbeitung von Metalllegierungen.

Bei der Hartbearbeitung wird aus einem industriell gefertigten Rohling aus dichtgesintertem Zirkondioxid die Restauration in Originalgröße herausgeschliffen. Nachteilig sind der dabei entstehende hohe Werkzeugverschleiß und die längeren Schleif- oder Fräszeiten. Zudem fällt ein Großteil des Rohlings, selbst bei optimaler Positionierung mehrerer Restaurationen gleichzeitig, als zerspanter Abfall an. Bei der Bearbeitung der Kroneninnenseite können zudem größere Hohlräume bezogen auf den Zahnstumpf entstehen, da die Bearbeitungsrichtung des CAD/CAM-Systems der Präparationsrichtung des Zahnarztes entgegengesetzt ist. Darüber hinaus werden durch die Hartbearbeitung oberflächliche Schäden der Keramik induziert, von denen unter Langzeitbelastung auch bei geringeren, nicht kritischen (Kau-)Kräften ein Risswachstum ausgehen kann. Diesem Vorgang wirkt bei yttriumstabilisiertem Zirkondioxid eine Phasenumwandlung innerhalb des Werkstoffes entgegen, welche das unterkritische Risswachstum verlangsamen kann. Dichtgesintertes und gegebenenfalls gehipptes Zirkondioxid ist das stabilste keramische Material, welches für die CAD/CAM-Technologien zur Ver-

fügung steht. Weniger materialverschleißend ist die Herstellung von Restaurationen aus Glaskeramik, Infiltrationskeramik oder teilgesinterten Blockmaterialien. Die glaskeramischen Restaurationen sollten zur Erhöhung ihrer Festigkeit im Anschluss an die Herstellung einen Glanzbrand erhalten. Restaurationen aus Infiltrationskeramik (Alumina, Zirconia oder Spinell) werden im Anschluss an die Fräsbearbeitung glasinfiltriert, um eine ausreichende Festigkeit zu erhalten. Restaurationen, die aus teilgesinterten Rohlingen herausgearbeitet wurden, müssen im Anschluss fertiggesintert werden. Sie werden zunächst um einen material- und systemabhängigen Faktor vergrößert gefertigt, um dann im Rahmen der abschließenden Sinterung auf ihre endgültige Größe zu schrumpfen. Diese Sinterschwindung muss bereits bei der CAD-Konstruktion von dem jeweiligen CAD/CAM-System berücksichtigt werden. Bei der Herstellung großspanniger, bis zu 14-gliedriger, zirkulärer Brücken aus teilgesintertem Material ist aufgrund der komplexen dreidimensionalen Schwindungsprozesse, vor allem bei ausgeprägten Bogenformen, mit einem erhöhten Nachbearbeitungsbedarf beim Aufpassen des Gerüsts zu rechnen. Von der Festigkeit her sind die Infiltrationskeramiken den Glaskeramiken überlegen. Die teilgesinterten Materialien sind nach dem abschließenden Sinterungsprozess den dichtgesinterten Werkstoffen nach Bearbeitung ebenbürtig.

Anstelle von präfabrizierten Rohlingen kann auch keramisches Pulver oder Schlicker mit unterschiedlichen Fertigungsverfahren für die Herstellung von Restaurationen verwendet werden. Dabei wird Pulver auf eine vergrößerte Stumpfkopie mit hohem Druck aufgepresst. Die entstehende Restauration muss im Anschluss gesintert werden. Während die Innenseite durch die Stumpfkopie geformt wird, muss die Außenseite durch Fräsen erstellt werden. Wird Schlicker mithilfe der Galvanotechnik oder durch Tauchen auf einen Originalstumpf aufgebracht, müssen die entstehenden Grünkörper zunächst gesintert und im Anschluss zusätzlich glasinfiltriert werden, um eine ausreichende Festigkeit zu erhalten. Einzig bei der direkten Formgebung werden sowohl Innen- als auch Außenseite der Restauration ohne Fräs- oder Schleifbearbeitung geschaffen. Auch diese Restaurationen werden im Anschluss gesintert. Da keinerlei bear-

beitungsbedingte Schädigung der Keramik erfolgt, können auch mit diesem Verfahren höchste Festigkeiten erreicht werden.

Verschiedene Lasersinterverfahren sind für die Verarbeitung von Metall-Legierungen geeignet. Titan, edelmetallfreie Legierungen und Goldlegierungen werden in Form von Pulvern

Schicht für Schicht entsprechend der CAD-konstruierten Form aufgetragen. Im Anschluss müssen feine Stützkonstruktionen, welche das Herstellungsverfahren erfordert, abgetrennt und gegebenenfalls die Oberfläche im Randbereich der Restauration geglättet bzw. poliert werden. Die Verwendung von keramischen

CHECKLISTE: WELCHES CAD/CAM-SYSTEM PASST ZU MIR?

MEIN LABOR:

- Welche Restaurationen werden hauptsächlich nachgefragt?
 - Inlays/Onlays/Teilkronen, Einzelkronen
 - dreigliedrige Brücken, mehrgliedrige Brücken, großspannige Brücken
 - Front- oder Seitenzahnbereich
 - geschätzte monatliche Stückzahlen
- Sind spezielle Elemente oder Konstruktionen erwünscht?
 - Geschiebe, Stege, Teleskope
 - Implantatabutments, ggf. individuell?
- Welche Werkstoffe werden für die häufigsten Indikationen benötigt?
 - Glaskeramik
 - Infiltrationskeramik
 - Aluminiumoxid
 - Zirkondioxid
 - Titan
 - Edelmetallfreie Legierungen
 - Edelmetall-Legierungen
- Wie viel soll maximal investiert werden?
- Wer kann für die Benutzung des CAD/CAM-Systems eingesetzt/geschult werden?
- Welchen Platzbedarf hat eine eventuelle Neuanschaffung?
- Wie groß ist die Bereitschaft, gewohnte Arbeitsabläufe zu verändern und mit neuen Materialien und Techniken zu arbeiten?

DAS SYSTEM:

- Welche Arten von Restaurationen können gefertigt werden – und welche nicht?
- Können die Restaurationen uneingeschränkt im Front- und Seitenzahnbereich eingesetzt werden?
- Welche Werkstoffe werden verwendet?
- Gibt es Kooperationen mit anderen CAD/CAM-Anbietern?
- Erfolgt die Digitalisierung zentral oder dezentral?
- Entstehen zusätzlichen Kosten bei zentraler Digitalisierung?
- Kann ich das System auch nutzen, ohne eine Investition zu tätigen?
- Welche Geräte müssen über Digitalisier- und Fertigungseinheit hinaus angeschafft werden (z.B. spezieller Sinterofen)?
- Welche Lizenzen müssen für verschiedene Software-Bausteine, zusätzliche Werkstoffe oder Restaurationsarten erworben werden?
- Welche Kosten entstehen für Schulung?
- Gibt es im Anschluss an die Einführung dauerhaften Support (z.B. Hotline)?
- Welche Verbundkeramiken können verwendet werden?
- Was muss bei der Modellherstellung und -vorbereitung beachtet werden (z.B. spezieller Gips)?
- Muss bereits der Zahnarzt bestimmte Regeln einhalten (z.B. Präparationsanweisungen)?

Materialien im Rahmen dieser Technologie hat bisher noch keine Marktreife erlangt.

Indikationen

Bis zu 14-gliedrige Brückengerüste werden bisher hauptsächlich durch Hartbearbeitung aus dichtgesintertem Zirkondioxid hergestellt. Im Seitenzahnbereich können bis zu viergliedrige Brücken aus teilgesinterten Blockmaterialien hergestellt werden. Für den Frontzahnbereich sind auch größere Spannen möglich – limitierende Größe kann jedoch sowohl im Front- als auch im Seitenzahnbereich die für ein System maximal erhältliche Rohlinggröße sein. Darüber hinausgehende Spannen sind auch mit teilgesinterten Materialien möglich, werden jedoch von verschiedenen Systemherstellern nicht angeboten, da es für mehr als viergliedrige Brücken bisher keine wissenschaftlich fundierte klinische Langzeiterfahrung gibt. Dies gilt allerdings auch für großspannige Brücken aus dichtgesintertem Zirkondioxid. Bei teilgesintertem Material muss in Bezug auf die Abmessung der zu fertigenden Restauration zusätzlich die Sinterschwindung von ca. 25% berücksichtigt werden. Einzelzahnversorgungen sind mit allen angebotenen Systemen möglich. Die okklusale Gestaltung erfolgt in der Regel durch Verblendung im zahntechnischen Labor, was den Vorteil der individuellen, ästhetischen Gestaltungsmöglichkeit bietet. Bei allen mehrgliedrigen Restaurationen ist zu beachten, dass bestimmte Verbinderquerschnitte nicht unterschritten werden dürfen und Einkerbungen im Bereich der Verbinder, vor allem an der Gerüstunterseite, unbedingt zu vermeiden sind, um Gerüstfrakturen zu verhindern. Dadurch kann es zu notwendigen Kompromissen hinsichtlich der Ästhetik kommen.

Selber machen – oder machen lassen?

Die Zahl der CAD/CAM-Systeme ist also groß und die möglichen Kombinationen von unterschiedlichen Werkstoffen und Fertigungstechnologien sind vielfältig. Letztendlich ist die Entscheidung für ein bestimmtes System untrennbar mit der jeweiligen Indikation und der Wahl des Werkstoffes verbunden, da nicht jeder Werkstoff sich mit jedem Fertigungsverfahren verarbeiten lässt und

nicht jeder Werkstoff für alle funktionellen, ästhetischen und Biokompatibilitätsanforderungen gleichermaßen gut geeignet ist. Abgesehen von den Chairside-Systemen, die der Zahnarzt direkt in der Praxis verwendet und bei denen durch intraorale Digitalisierung keine Abformung erforderlich ist, beginnt jede CAD/CAM-Prozesskette mit der Modellherstellung nach konventioneller Abformung. Das Modell muss dann in die virtuelle Welt überführt werden – dies geschieht durch Digitalisierung. Mittels mechanischer Abtastung oder berührungslos-optischer Vermessung (Laser, Weißlicht) wird ein dreidimensionaler Datensatz, der die Stumpfoberfläche beschreibt (und gegebenenfalls Nachbarzähne, Gingiva und/oder Antagonisten), erstellt. Dann wird die Restauration mithilfe der CAD-Komponente des Systems konstruiert und anschließend das CAD-Modell in eine für das jeweilige Fertigungsverfahren geeignete Maschinsprache übertragen. Dieser Schritt entfällt bei den Verfahren, bei denen Originalstümpfe in Schlicker getaucht werden oder Kopierschleifen zum Einsatz kommt. Die entstehenden Restaurationen werden abschließend, falls notwendig, mit einem Glanzbrand versehen, glasinfiltriert oder gesintert und müssen schließlich auf dem Originalmodell aufgepasst und verblendet werden. Die einzelnen Arbeitsschritte können ganz oder nur zum Teil zentral industriell oder in sogenannten Scan- oder Fräszentren erfolgen. Alternativ erfolgen Modellherstellung, Digitalisierung und Fertigung ebenso im eigenen Labor wie die keramische Verblendung. Je nach System und gewünschtem Umfang der Investitionen kann individuell festgelegt werden, welche Arbeitsschritte im eigenen Labor, im Fertigungszentrum oder im industriellen Fertigungsbetrieb erfolgen. Ob bei einem zentralisiert fertigenden CAD/CAM-System eine dezentrale Digitalisierung – also die Datenerfassung vor Ort – möglich ist, muss mit dem jeweiligen Anbieter abgeklärt bzw. dessen Informationsmaterial entnommen werden.

Die Kosten genau kalkulieren

Durch die Digitalisierung vor Ort können die Kosten für das zu erstellende Gerüst gesenkt werden. Die dafür notwendigen Investitionen

beginnen bei ca. 9.900 EUR für die einfachste Variante der mechanischen Abtastung von Einzelstümpfen (Procera Piccolo), können jedoch auch über 50.000 EUR betragen. Die Kosten für eine Fräs-/Schleifeinheit beginnen bei ca. 15.000 EUR (ohne CAD) und können bis zu ca. 160.000 EUR betragen. Beim Preisvergleich sollte darauf geachtet werden, ob es sich um ein Komplettsystem einschließlich Software und Digitalisiergerät handelt oder ob Einzelkomponenten angeboten werden. Zusätzliche Kosten können beispielsweise durch erforderliche Werkstoff- oder Software-Lizenzen oder spezielles Zubehör wie Spezial-Sinteröfen entstehen. Einzelkomponenten einer CAD/CAM-Prozesskette werden vom Digitalisiergerät oder Scanner über die Konstruktionssoftware bis hin zur Fertigungseinheit auch unabhängig von bestimmten Komplettsystemen angeboten. Eine fehlende Abstimmung solcher Einzelkomponenten, die von verschiedenen Herstellern stammen, kann unter Umständen zu Problemen an Schnittstellen und mit der Qualität des Endproduktes führen, da innerhalb einer CAD/CAM-Prozesskette häufig Softwareparameter Besonderheiten sowohl des Digitalisier- als auch des Fertigungsverfahrens berücksichtigen und ausgleichen können und müssen. Einzelkomponenten sollten vor der Anschaffung hinsichtlich ihrer Eignung für das jeweilige Labor und die Möglichkeit der Einbindung in eine geschlossene, vollständige Prozesskette hinterfragt werden. Beim Vergleich von Preisen je Einheit ist sorgfältige Prüfung geboten: Der Einzelpreis kann unter anderem stückzahlabhängig variieren. Wer vergleichen möchte, sollte fragen, was genau im Preis enthalten ist:

- die Digitalisierung?
- das Rohmaterial/der Rohling?
- der Versand?
- und
- Gibt es eine Stückzahl abhängige Preisstaffelung?
- Müssen Werkstoff-Lizenzen erworben werden?
- Gibt es darüber hinaus Kosten, die man berücksichtigen muss?

Wer also selbst fertigen oder digitalisieren möchte, benötigt für die Rentabilität eine der Investition angemessene, ausreichend hohe Restaurationsstückzahl. In die Überlegung

SYSTEM	Al ₂ O ₃	ZrO ₂	Titan	Silikat-keramik	dichtge-sintert	gehippt	porös	teilge-sintert	Sonstige
alkom digital alkom digital	x	x				x		x	
AnyCAD Reitel		x	x					x	EMF, EM, Kunststoff
Argudent Argudent GmbH		x	x					x	Kunststoffe
Bego Medical Bego Medical	x	x	x			x		x	EMF, EM, Kunststoff
cad.esthetics Denzir		x				x			
ce.novation Inoceramic		x			x				
CentraDent CentraDent BV		x						x	Legierungen
Cercon DeguDent		x						x	
Cerec Sirona Dental Systems	x	x		x				x	Kunststoff, EMF
Compartis DeguDent		x	x					x	EMF
DCS Bien Air	x	x	x	x		x		x	fräsbares Wachs, Polyamid
DentaCAD Hint-Els GmbH	x	x	x			x	x	x	Kunststoff, EMF, Wachs
Diadem Diatomic advance microceramics		x						x	
DigiDent DigiDent GmbH	x	x	x			x		x	EM, EMF, Kunststoff
Digitalwax Next Factory									Kunststoff
etkon Straumann AG	x	x	x			x		x	EMF, Kunststoff
Everest KaVo		x	x	x		x		x	Kunststoff, Zirkonsilikatkeramik
Incise Renishaw		x			x				zzt. nur in England
infiniDent Sirona Dental Systems	x	x	x		x			x	EM, EMF
Lava 3M ESPE AG		x						x	
Neo Cynovad		x			x				Wachs, Kunststoff
Perfactory envisiontec									Methacrylat orange-braun
Procera Nobel Biocare	x	x	x		x				
Sensible Sensible Techn									Kunststoff
Tizian Schütz Dental Group		x			x				
Wol-Ceram WOL-Dent	x						x		
Xawex Xawex Dentalsystems		x						x	
Zeno Tec System Wieland Dental+Technik		x	x					x	Kunststoff, EMF

Tabelle 1: CAD/CAM-Systeme und die verwendeten Werkstoffe (nur vollständige Produktionsketten).

gen vor einer Neuanschaffung sollte die Absicht und/oder Möglichkeit als Scan- oder Fräszentrum zu fungieren bzw. mit Kollegen in der Umgebung zu kooperieren, einfließen. Für alle, die den Umgang mit Computer-Hard- und Software bislang eher gemieden haben, kann der Einstieg in die CAD/CAM-Technologie eine deutliche Hürde bedeuten. Hier empfiehlt sich, ebenso wie bei geringen Restaurationsstückzahlen, ein System, welches zentralisiert fertigt (z.B. ce.novation, etkon, Lava oder Procera). Wenn eine große Materialauswahl gewünscht wird, kann eine der in den letzten Jahren entstandenen Kooperationen zwischen Anbietern unterschiedlicher CAD/ CAM-Technologien von Interesse sein. Dazu sollte man gezielt bei den einzelnen Firmen nachfragen.

Immer up to date bleiben

Die aktuellen CAD/CAM-Technologien und die sie umgebenden Angebote werden fortlaufend erweitert und verbessert. Ist der Einstieg in diese Fertigungsverfahren geplant, sollten Informationen auf dem neuesten Stand möglichst zeitnah eingeholt werden. Um gut vorbereitet zu sein, die richtigen Fragen zu stellen und im zur Verfügung stehenden Informationsmaterial gezielt nach den entscheidenden Fakten suchen zu können, sollte die Situation des eigenen Labors analysiert werden (siehe Checkliste). ◀

kontakt

Dr. Heike Rudolph
 Universitätsklinikum Ulm
 Department für Zahnheilkunde
 Klinik für Zahnärztliche Prothetik
 Ärztl. Direktor
 Prof. Dr. Ralph G. Luthardt
 Albert-Einstein-Allee 11
 89081 Ulm
 Tel.: 07 31/50 06 42 40
 Fax: 07 31/50 06 42 03
 www.computerzaehne.de

Vollkeramik muss nicht den „gut betuchten“ Patienten vorbehalten bleiben. Die CAD/CAM-Fertigung und die Materialvielfalt haben die Voraussetzungen für verschiedene Therapielösungen in einem wirtschaftlich differenzierten Kostenrahmen geschaffen.

Behandlungsangebote mit CAD/CAM-gefertigten Kronen

Autor: Manfred Kern

Ein Blick in die KZBV-Statistik zeigt, dass immer noch metallische Vollkronen mit 57 Prozent Versorgungsanteil dominieren; Keramikverblendkronen und Vollkeramikronen sind somit noch entwicklungsfähig. Möglicherweise fallen viele dieser Metallkronen unter den Kassenvorbehalt, dass sie im kaueinsehbaren Molarenbereich liegen und somit unverblendet „zumutbar sind“. Oder die verlangten Mehrkosten für die Keramik wollen oder können viele Patienten nicht aufbringen. Die Frage ist: Müssen Kronen ästhetische und technische Highend-Produkte sein – als ob wir tagtäglich nur mit der „S-Klasse“ herumkutschieren? Offeriert nicht jeder Blick in die Schaufenster des Einzelhandels, dass wir unter verschiedenen Preislagen wählen können? Haben wir nicht inzwischen gelernt, dass Gutes nicht immer den Höchstpreis erfordert?

Sicherlich war die Einführung der Verblendmetallkrone in den 60ern des vergangenen Jahrhunderts ein großer Fortschritt. Metallkronen wurden keramisch bzw. zahnfarbig „umhüllt“. Dafür legten die „Keramiker“ im ZT-Labor Hand an und packten viele Lagen Dentin-, Schmelz- und Transpa-Massen auf das dünne Metallgerüst. Kronenränder wurden mit aufgebrannten Keramikschultern verdeckt. „Dentale Kunstwerke“ entwickelten sich zur Norm mit dem Anspruch, die Natur so getreu wie möglich zu kopieren – und damit stiegen unaufhaltsam auch die Kosten, besonders für die Frontzahnkrone.

Erhöht Ästhetik berufliche Chancen?

Hat eine korrekt gepflegte, ästhetische Zahnfront Einfluss auf die beruflichen Chancen, auf die soziale Akzeptanz? Der Leiter der Arbeitsvermittlung bei der Agentur für Arbeit, dem diese Frage vorgelegt wurde, bestätigte, dass es durchaus eine Verbindung zwischen dem perfekten Zahnbild eines Bewerbers und dessen Vermittlungsfähigkeit gibt, besonders in Berufen mit Repräsentations- und Führungsaufgaben. Viele Arbeitgeber legen Wert darauf, dass ihre Mitarbeiter gepflegt auftreten, soziale Akzeptanz erzielen, und dazu zählen

worden, dass Führungskräfte den Zahnarzt aufsuchen, um die Ästhetik ihrer Zähne zu verbessern, denn – wie sagte ein bekannter Personaltrainer: „Körpersprache unterstützt die Kommunikation, und ein ästhetisches Zahnbild erhöht die Kontaktfähigkeit und somit die Kommunikationswirkung.“ Nun wissen wir's: Schöne Zähne haben auch Einfluss auf berufliche Chancen; sie stehen als Synonym für Gesundheit, Attraktivität, Vitalität und Erfolg. Nun waren ästhetische Leistungen in der Zahnheilkunde bisher besonders von den manuellen Fertigkeiten des Zahntechnikers abhängig. Geprägt von dieser Bedingung, war die perfekte Ästhetik für die Frontzahnkrone unter



Leuzitverstärkter Silikatkeramik-Block und vollanatomische Krone nach dem Ausschleifen mit CEREC3D.



Silikatkeramik-Krone nach der Politur mit diamantkorngefülltem Polierkörper.

auch schöne Zähne. Besonders Bewerber für Positionen mit Kundenkontakt müssen damit rechnen, dass ihre Zähne zur Gesamtbeurteilung ihrer Erscheinung ins Kalkül gezogen werden. In den USA ist es üblich ge-

den Kautelen der Festzuschussregelung eher dem „gut betuchten“ Patienten vorbehalten. Die Werkstoffe der Metallkeramik erforderten einen hohen zeitlichen und einen fast schon künstlerischen Einsatz, um

trotz der Lichtblockade des dunkelfarbenen Metallgerüsts mit geringer Reflektionswirkung eine dünn geschichtete Keramikverblendung aufzubringen, die dem natürlichen Zahnbild entsprach. Trotzdem tauchten immer wieder Stolpersteine auf, wenn nach Jahren die atrophische Gingiva die „Trauerränder“ des dunkel-oxidierten Kronenrandes im sichtbaren Bereich freilegte.

Neue Verfahren senken Kosten

Die CAD/CAM-Technik hat Potenzial für kostensparende Abläufe freigelegt; zeitintensive Arbeitsschritte werden übersprungen oder reduziert. So kann die CAD/CAM-gefräste Krone aus Silikatkeramik oder das Kronengerüst aus Oxidkeramik schon eine Stunde nach der Situationsabformung vorliegen. Das Ästhetikkonzept, das allen Keramikwerkstoffen zugrunde liegt, bezieht seinen Nutzen aus der Tatsache, dass alle Keramiken lichttransmittierende Eigenschaften in verschiedenen Ausprägungen haben und das reflektierte Licht an die Gingiva weitergeben – ein Beitrag zur „roten Ästhetik“. Damit erhalten Zahnrestauration und Gewebe ein vitales, harmonisches Aussehen.

Die Vollkeramik eröffnet dem Zahnarzt die Möglichkeit, ein nach Preis und ästhetischem Aufwand differenziertes Restaurationsangebot zu machen. So kann die Natürlichkeit der keramischen Versorgung dadurch verstärkt werden, dass die Kronen-



Krone aus Lithiumdisilikatkeramik nach dem Ausschleifen bei der Anprobe.

oberfläche vor der Glasur mit Malfarben charakterisiert oder die Dentinfarbe im Kronenlumen individualisiert wird (internal shading). Diese Vorgänge sind deutlich weniger aufwendig als die Farbkorrektur auf einer VMK-Krone, die immer mit dem Problem lebt, dass der Vakuumbrand auch



Krone wird mit Malfarben individualisiert und glasiert.

die Passtoleranz einer hoch goldhaltigen Metallkrone beeinflusst.

Prinzipiell sehen alle Keramikkrone gut aus – egal, wie sie hergestellt werden. Aber je nach ästhetischem Anspruch können verschiedene Wege in der Fertigung begangen werden. In Praxen, die mit dem CEREC-System arbeiten, hat sich die gerüstfreie Silikatkeramikkrone, vollanatomisch ausgeschliffen, nun schon seit acht Jahren klinisch bewährt.

Die Präparation wird intraoral mit der Kamera gescannt, die Krone chairside konstruiert, aus dem Block geschliffen, poliert



Lithiumdisilikat-Krone nach dem Sinterbrand, links bereits zurückgeschliffen (Cutback-Verfahren) für die manuelle Verblendung.

und binnen einer guten Stunde eingegliedert. Der Patient braucht kein Provisorium – auch das spart Kosten. Eine ästhetische Steigerung bietet die Bearbeitung mit Malfarben und ein Glanzbrand – alles Arbeiten, die leicht im Praxislabor zu leisten sind.

Die neue Lithiumdisilikatkeramik (e.max

CAD, Ivoclar Vivadent) nimmt aus Sicht der optischen Qualität und der Biegefestigkeit einen Platz zwischen Feldspat- und Oxidkeramik ein; bei wachsenden Wandstärken zeigt der Transluzenz-Gradient im Vergleich zur Glaskeramik eine rasch zunehmende Opazität. Im Fokus dieser Entwicklung stand, die exzellente Ästhetik der Glaskeramik mit einer erhöhten Festigkeit zu kombinieren, die sie für hochwertige Kronen und Brücken im Frontzahnbereich und auf Prämolaren qualifiziert. Die Verwandtschaft zur Leuzitkeramik sichert transluzente Eigenschaften. Die Krone kann chairside oder im Praxislabor binnen 1–1,5 Stunden ausgeschliffen, poliert und in situ eingegliedert werden. Zusätzlich können wahlweise ein Glanzbrand und markante Individualisierungen aufgebracht werden (siehe Abbildungen).

Gehobene Ansprüche an die Ästhetik, und damit eine Kostenstufe höher, können dadurch erfüllt werden, dass die Lithiumdisi-



Auftragen von Verblendkeramik zur Individualisierung der Zahnfarbe.

likatkeramik nach dem vollanatomischen Ausschleifen der Krone auf ein Gerüst zurückgeschliffen wird – d. h. die Oberfläche wird um Schmelzschichtdicke subtraktiv reduziert. Nun kann der Zahntechniker Ver-

blendmassen aufschichten sowie Mamelons aufbrennen, um damit die farbliche Adaptation und die Lichtbrechung zu steigern – besonders labial und inzisal. Dies ist besonders für den anspruchsvollen Front-

tigung im Chairside- oder Labside-Verfahren, die Möglichkeit der ästhetischen und preislichen Differenzierung. Die neuen Techniken bieten die Voraussetzung, dass ästhetische Rekonstruktionen nicht als Spezialität nur „gut betuchten“ Patienten vorbehalten bleiben, sondern als Standardversorgung nahezu jedem Patienten zugänglich werden – klinisch hochwertig und ohne Kompromisse sowie „ästhetisch nach Maß“.

Damit kann der Zahnarzt die Bedürfnisse einer breiten Patientenschicht unter wirtschaftlichen Bedingungen erfüllen und zukünftige Anforderungen besser befriedigen. ◀



Lithiumdisilikat-Krone mit aufgebrannter Verblendung.

Alle Fotos: AG Keramik/Werling



Wege zur differenzierten Ästhetik. Oben: Silikatkeramik-Krone poliert. Mitte: Lithiumdisilikat-Krone poliert. Unten: Lithiumdisilikatglasiert.

zahnbereich interessant. Eine weitere Option ist, die Verblendung separat im Pressverfahren herzustellen oder aus Fluorapatit-Sinterglaskeramik auszuschleifen und auf das Kronengerüst aufzusintern – alles neue Wege, um standardisiert Ästhetik zu fertigen und teure Handarbeit zu reduzieren.

Fazit

Summa summarum bieten vollkeramische Kronen, zusammen mit der CAD/CAM-Fer-

kontakt

Arbeitsgemeinschaft für Keramik
in der Zahnheilkunde e.V.
Manfred Kern
Postfach 1001 17
76255 Ettlingen
E-Mail: info@ag-keramik.de

ANZEIGE

Bestellen
Sie noch heute Ihr
kostenloses
STARTER SET!
Rufen Sie gleich an:
0800-93 94 95 6

www.biodentis.com



Verleihen Sie Ihrer Gewinnspanne neuen Biss:
mit **vollkeramischen Restaurationen von biodentis.**

Die Zukunft keramischer Restaurationen liegt in der industriellen Fertigung. Und in den in CAD/CAM-Technologie gefrästen, vollanatomischen Versorgung von biodentis. Die Zukunft Ihrer Praxis hat begonnen, für Ihre Patienten und für Sie – und das ohne Eigeninvestitionen! Starten Sie jetzt. biodentis mit dem e³-Prinzip: **exakt. einfach. effizient.**



Die halbseitige mundgeschlossene Doppelkieferabformung mit Einwegtrays aus Kunststoff in maximaler Interkuspitation (auch „Quetschbissabformung“, „Triple-Tray-Methode“) gehört in den USA zu den gebräuchlichsten Methoden zur Abformung von laborgefertigtem Zahnersatz (Abb. 1). Bei uns in Deutschland dagegen spielt das Verfahren noch eine sehr untergeordnete Rolle.

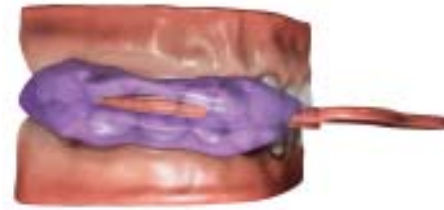


Abb. 1: Halbseitige Triple-Tray-Abformung.

Dual-Arch-Abformtechnik für CAD/CAM-Restaurationen

Autoren: Jan Hajtó, Uwe Pompl

Das Verfahren hat eine ganze Reihe an Vorteilen:

1. Rationelle Durchführung: Präparation und Antagonisten werden in einer Abformung erfasst.
2. Hinsichtlich der statischen Okklusion ist es – einen korrekten Schlussbiss vorausgesetzt – das präziseste aller Verfahren.¹⁻⁴ Zwei starre Gipsmodelle lassen sich niemals so zusammensetzen, dass sie tatsächlich die Mundsituation korrekt wiedergeben – das verhindert die Zahnbeweglichkeit, die Unterkieferverwindung und Modellfehler. Zwei antagonistische Zahnreihen aus Gips müssen immer radiert werden, um mit der tatsächlichen maximalen Interkuspitation im Mund übereinzustimmen. Praktikern ist das Phänomen, dass auf solchen Modellen gefertigte Einzelkronen oft erheblich zu hoch sein können, gut vertraut. Mithilfe von Quetschbissmodellen hergestellte Einzelversorgungen müssen dagegen in der statischen Okklusion nahezu nicht oder meist sogar überhaupt nicht eingeschliffen werden.
3. Das Verfahren ermöglicht eine sehr große Zeitersparnis gegenüber Vorabformung und Löffelherstellung bzw. Löffelabdämmung, Gesamtabformung, Gegenabformung und Registrat.⁵
4. Es wird halb so viel Material benötigt wie bei Gesamtabformungen.⁵
5. Das Vorgehen ist für den Patienten deutlich angenehmer als zwei Komplettabformungen.^{5,6}

In der Literatur finden sich eine Vielzahl von Anwenderberichten, die die Praktikabilität und Vorteile der Dual-Arch-Abformung beschreiben.^{4,7-14}

Bedeutung des Randspaltes

Den Vorteilen entgegen stehen allein Bedenken hinsichtlich einer möglicherweise geringeren Präzision. Der Stellenwert der Passgenauigkeit relativiert sich allerdings bei Keramik-



Abb. 2: Visuelle Kontrolle der korrekten Schlussbisslage intraoral auf der Gegenseite und im Frontzahnbereich.

lays und Onlays aus verschiedenen Gründen:

1. Die Cerec Literatur belegt, dass selbst Keramikinlays mit Randspalten von $308 \pm 95 \mu\text{m}$ (Cerec I) bzw. $207 \pm 63 \mu\text{m}$ (Cerec II) gute klinische Resultate aufwiesen.¹⁵⁻²¹
2. Vergleicht man indirekte Keramikrestaurationen, die adhäsiv mit Komposit eingesetzt werden, mit direkten Kompositfüllungen, die als lege artis-Versorgung gelten, dann spielt die Frage, ob eine Klebefuge 50 oder 200 Mikrometer betragen darf, eine eher untergeordnete Rolle.

3. Die bei Keramikinlays indizierte Adhäsivtechnik ist evident nicht so sehr „präzisions-sensitiv“, sondern vielmehr verarbeitungs-sensitiv, feuchtigkeits-sensitiv und substrat(= Zahn)sensitiv.

Dennoch bietet eine passgenaue Restauration deutliche Vorteile. Eine gute Passung ermöglicht eine zuverlässige und eindeutige Positionierung sowie eine einfache Überschussentfernung ohne unbeabsichtigte Kompositunterschüsse bei der adhäsiv-



Abb. 3: Visuelle Kontrolle des korrekten maximalen Schlussbisses nach Entnahme im Gegenlicht.

ven Zementierung. Daher ist eine möglichst hohe Präzision auf jeden Fall anzustreben. In der Literatur werden keine einheitlichen Randspaltgrößen bei der Befestigung von adhäsiven Restaurationen angegeben, die als klinisch akzeptabel angesehen werden.²²⁻²⁶ Aus eigener Erfahrung erscheinen bei adhäsiven Keramikrestaurationen ca. $120-150 \mu\text{m}$ Fuge am Rand als vertretbar, sofern ein hoch visköses Befestigungskomposit eingesetzt und fachgerecht verarbeitet wird.



Abb. 4a–d: a: Korrekter Schlussbiss; b: Triple-Tray-Abformung in korrektem Schlussbiss; c: Abformung; d: Korrekte digitale Scandaten.

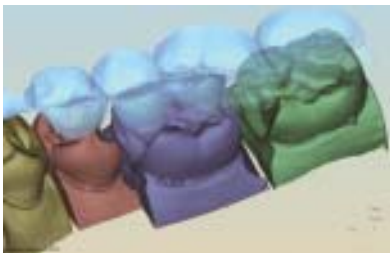


Abb. 5: Scandaten in der biodentis-Modelliersoftware.

Genauigkeit der Abformungen

Die überwiegende Mehrzahl der In-vivo- und In-vitro-Studien zur Genauigkeit von Dual-Arch-Abformungen belegt, dass das Verfahren bei korrekter Anwendung hinreichend genaue Resultate liefert.^{2–6,28–35} Die dabei festgestellten Abweichungen zur Referenz lagen im Mittel bei durchschnittlich 25–70 µm bzw. unter 1%. Es finden sich dabei keine eindeutigen Abhängigkeiten vom angewandten Abformverfahren (Doppelmisch- bzw. Korrekturabformung), der Shorehärte oder der Art des Materials (Silikon oder Polyäther).

Korrekte Anwendung

Wiederholt wird auch in der Literatur festgestellt, dass die Kunststofflöffel auf keinen Fall an irgendeiner Stelle durchgedrückt sein dür-

fen. Solche Abformungen sind im Zweifelsfall zu verwerfen. Dies ist auch der Grund für die niedrigen Seitenwangen bei den klassischen Triple-Tray- oder T-Loc-Trays. Wie bei jeder zahnärztlichen Methode ist in erster Linie ihre korrekte Anwendung entscheidend für den Erfolg. Bei der Anwendung der Triple-Tray-Methode sind daher folgende Punkte zu beachten: Die Löffel müssen immer vor der Abformung im Mund zur Kontrolle eines spannungsfreien Schlussbisses einprobiert werden. Wird eine alleinige geschlossene Abformung durchgeführt, so ist diese nur sinnvoll, wenn die Zahnreihen auch tatsächlich geschlossen werden können. Ob dies möglich ist, muss vorab geprüft werden. Dazu kann auf der nicht abgeformten Hälfte der Zahnreihen visuell kontrolliert werden, ob der Patient seine maximale Verzahnung einnehmen kann. Es sollte sowohl für den Oberkiefer als auch für den Unterkiefer ausreichend Abformmaterial auf den Löffel aufgebracht werden. Ein Würgereiz tritt bei halbseitiger Abformung so gut wie nie auf. Wird allerdings zu wenig Material verwendet, so kann dieses leichter wegfließen und führt zu Verzügen. Der Patient wird instruiert, die Zunge möglichst wenig zu bewegen. In der eigenen Praxis wird ausschließlich das Doppelmischverfahren mit normalviskösem, aber relativ steif aushärtenden Materialien (z.B. Impregum, 3M

ESPE; Honigum, DMG) angewendet. Die Präparationen werden dabei wie bei der konventionellen Technik mit einer Applikationsspritze vorher umspritzt und das Material mit der Luft aus der Multifunktionsspritze verblasen, um die Oberflächen besser zu benetzen. Nach dem Schließen der Zahnreihen muss unbedingt auf der kontralateralen Seite visuell überprüft werden, ob die Zahnreihen im maximalen Vielkontaktpunkt des Patienten stehen (Abb. 2). Die Patienten neigen grundsätzlich dazu, den Unterkiefer zu protrudieren oder auf die Seite der Abformung hin zu bewegen. Um sicherzugehen, empfiehlt es sich, die Patienten die korrekte Bisslage vor der Abformung einmal ohne Tray einnehmen zu lassen, und die Position entsprechend zu kontrollieren und sich einzuprägen. Als zusätzlichen Schritt zur Erhöhung der Sicherheit, dass der Patient „korrekt“ zugebissen hat, kann ein besonders charakteristisches Zahnpaar mit einer Farbmarkierung versehen werden, die bei habitueller geschlossener Zahnreihe einen durchgehenden Strich darstellt. Nach der Entnahme der Abformung wird diese gegen eine Lichtquelle gehalten und dahingehend geprüft, ob an den Kontaktpunkten das Material vollständig verdrängt wurde (Abb. 3). Sind an unpräparierten Zähnen keine Perforationen zu sehen, wurde mit Sicherheit nicht vollständig geschlossen.

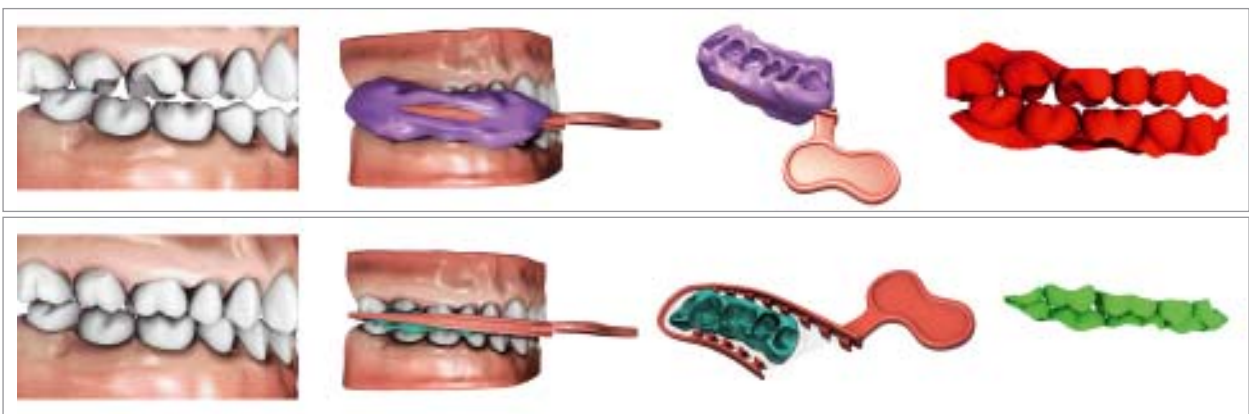


Abb. 6a–d: a: Versetzte Okklusion; b: Triple-Tray-Abformung in falschem Schlussbiss; c: Abformung; d: Nicht zuordenbare digitale Scandaten. –

Abb. 7a–d: a: Korrekter Schlussbiss; b: Registrat auf Träger bei korrektem Schlussbiss; c: Registrat; d: Korrekte digitale Registratdaten.



Abb. 8a–c: a: Digitale 3-D-Daten der nicht korrekten Gebiss-Situation (rot) und des korrekten Registrates (grün); b: Softwareseitige Referenzierung der Datensätze mithilfe spezieller Algorithmen; c: Ergebnis: korrekt wiederhergestellte 3-D-Situation.



Abb. 9: Registrat: Auftragen des Kartuschen-Silikonmaterials auf einen T-Loc-Träger. Das Material wird beidseits auf das Vlies aufgetragen.

CAVE: Trotz vorhandener Perforationen kann dennoch falsch geschlossen worden sein (z. B. lateral versetzt). Bei Einwegtrays aus Kunststoff sind solche zu bevorzugen, die an der Innenseite ausreichende Retentionen aufweisen, damit sich das Abformmaterial nicht vom Löffel löst (z. B. Triple-Tray, Premiere).

Triple-Tray-Abformungen

Das mundgeschlossene Abformverfahren eignet sich insbesondere für bestimmte CAD/CAM-Verfahren, wie z. B. der zentralen Produktion von Restaurationen der Firma biodentis. Da in dieser Abformung alle notwendigen Informationen über Präparation, Antagonisten und Nachbarzähne in statischer Okklusion enthalten sind, kann auf sehr rationelle Weise ein digitaler Datensatz aller notwendigen Unterlagen gewonnen werden (Abb. 4). Solche Daten erlauben die Herstellung passgenauer CAD/CAM-modellierter und -gefertigter vollkeramischer Restaurationen (Abb. 5).



Abb. 10: Bissregistrat auf Triple-Tray in korrekter Schlussbisslage intraoral. Die Bisslage kann zuverlässig auf der kontralateralen Seite kontrolliert werden.

Eine häufige Fehlerquelle bei mundgeschlossener Abformung ist ein seitenversetzter oder unvollständiger Schlussbiss. Gründe dafür können enge anatomische Verhältnisse, Auflösung von Stützzonen oder eine versehentliche Fehlpositionierung durch den Patienten sein. Manche Patienten neigen dazu, wie bereits erwähnt, ihren Unterkiefer beim Einbringen des Löffels auf die Seite der Abformung zu verlagern oder zu protrudieren. Hinzu kommt, dass eine Lokalanästhesie es dem Patienten deutlich erschwert, die richtige Position zu erspüren. Die Abformung in einer solcherart falschen Position kann nach der Digitalisierung heute noch nicht per Software zuverlässig korrigiert werden – in vielen Fällen ist daher keine ausreichend eindeutige Zuordnung der Verzahnung möglich. Der digitale Workflow erlaubt allerdings eine einfache und sichere nachträgliche virtuelle Zuordnung der Bisslage im Fertigungszentrum mittels eines zusätzlich digitalisierten korrekten Registrates (Abb. 7, 8).

Hierfür muss ein solches Registrat allerdings folgende Voraussetzungen erfüllen:

1. Es sollte auf einem Bissträger (z. B. Triple-Tray) angefertigt werden. Dies erlaubt ein unkompliziertes Einspannen in den 3-D-Scanner (Abb. 9).
2. Alle üblichen Silikonregistratmaterialien sind scanbar. Eine hohe Shorehärte hat sich aus Stabilitätsgründen als vorteilhaft erwiesen. Bewährt haben sich selbstmi-

schende Kartuschensysteme (z. B. Futar D, Kettenbach; granit D45, Müller Omicron; O-Bite, DMG). Wachsrisse können dagegen nicht zuverlässig digitalisiert werden.

3. Für eine exakte digitale Referenzierung der Präparationsdaten mit dem Registrat müssen ausreichend korrespondierende identische Flächen vorhanden sein. Daher sollte für eine Registratabformung eine ausreichende Menge Material verwendet werden, sodass alle Zähne bis zur Gingiva erfasst werden.
4. Das Material muss beidseits auf den Träger aufgetragen werden. Eine solche Registratabformung kann sowohl vor, während oder nach der Präparation angefertigt werden. Zweckmäßigerweise erfolgt die Bissnahme jedoch noch vor der Anästhesie und Präparation. Entscheidend ist das sichere Schließen im maximalen Kontaktpunkt.

Fazit

Es empfiehlt sich, bei der biodentis-Methode generell zur Sicherheit immer ein zusätzliches Bissregistrat anzufertigen. Dies gewährleistet zuverlässig okklusal sehr passgenaue Restaurationen.

Eine Literaturliste kann in der Redaktion angefordert werden.

kontakt

biodentis GmbH
 Kreuzstraße 5
 04103 Leipzig
 Tel.: 03 41/35 52 73-0
 Fax: 03 41/35 52 73-30
 E-Mail: info@biodentis.com
 www.biodentis.com



Abb. 11: Silikonregistrat in maximalem Schlussbiss. Auch hier müssen im Gegenlicht die durchgedrückten okklusalen Kontaktpunkte kontrolliert werden.

Moderne Laserscanner in Verbindung mit einer anwenderfreundlichen Software bieten eine ausgesprochen wirtschaftliche Option selbst für kleinste Labore, um zeitgemäßes CAD/CAM-Konstruieren von prothetischen Versorgungen bei minimalem Einsatz von Kapital zu ermöglichen. Dabei kann nach der virtuellen Gestaltung



Abb. 1

die Realisierung des Zahnersatzes in verschiedenen Werkstoffen erfolgen: Zirkonoxid, aber auch Titan oder eine Kobalt-Chrom-Legierung stehen je nach Bedarf als Materialien für die Gerüste zur Verfügung.

Abb. 1: Der Laserscanner Cercon eye ermöglicht ein zeitgemäßes CAD/CAM-Konstruieren von prothetischen Versorgungen bei minimalem Einsatz von Kapital.

Minimaler Einsatz für zeitgemäße CAD/CAM-Konstruktionen

Redaktion

Mit der Gerüsterstellung ein Kooperationslabor oder einen Fertigungsservice (Compartis, DeguDent, Hanau) zu beauftragen, spart Investitionsmittel und erlaubt dem Zahntechniker, sich auf die wertschöpfungsstarken Arbeitsschritte „Modellation“ und „keramische Verblendung“ zu konzentrieren. Die Fertigung von hochwertigem Zahnersatz extrem rationell durchführen zu können – das besitzt heute in Praxis und Labor einen immer größeren Stellenwert. Denn die Patienten möchten eine optimale Qualität und erwarten die Herstellung der Restaurationen in möglichst kurzer Zeit. Bedeutende wirtschaftliche Vorteile bietet dabei die Gestaltung von Gerüsten am Bildschirm. Zum Beispiel werden die Modellunterlagen mit einem Laserscanner (Cercon eye) digitalisiert und mithilfe der zugehörigen Software (Cercon art, DeguDent, Hanau) virtuell bearbeitet. Dieses Verfahren erfordert nur in geringem Maße Verbrauchsmaterialien und stellt keine besonderen Anforderungen an die Laborausstattung. So eignet es sich in idealer Weise auch für kleine zahntechnische Betriebseinheiten.

Ein präziser Laserscanner

Die genannten CAD-Komponenten wurden ursprünglich im Rahmen des entsprechenden Zirkonoxid-Vollkeramik-Systems entwickelt, um – neben dem klassischen Weg über die Wachmodellation – die rein virtuelle Modellation von Restaurationen aus Cerconoxid zu ermöglichen. Dabei werden einzelne Modellstümpfe bis hin zu ganzen Kiefersegmenten mit dem Laserscanner erfasst und digitalisiert. Es handelt sich um ein hochpräzises Gerät, das unter anderem mit mehreren Matrixkameras ausgerüstet ist. Dazu verfügt es über ein patentiertes Messverfahren, welches eine extrem hohe Passgenauigkeit der Restaura-

tion garantiert. Dabei generiert der Scanner aufgrund seiner besonders auflösungsstarken Optik stets präzise digitale Daten der Modellunterlagen und stellt diese einem angeschlossenen Computersystem, auf dem die benötigte CAD-Software implementiert ist, innerhalb weniger Sekunden zur Verfügung – ein schnelles und wirtschaftliches Verfahren.

Die Software

Die eigentliche Gestaltung des Gerüstes kann der Zahntechniker weitestgehend intuitiv am Computerbildschirm durchführen. Die klare, logische Bedienung erfolgt über nur drei Schieberegler sowie einige weitere virtuelle



Abb. 2

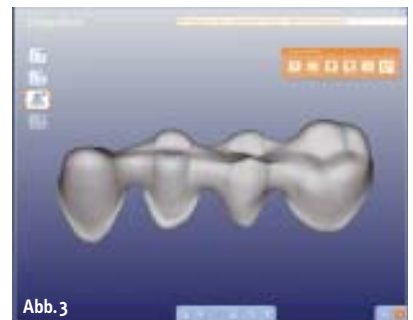


Abb. 3

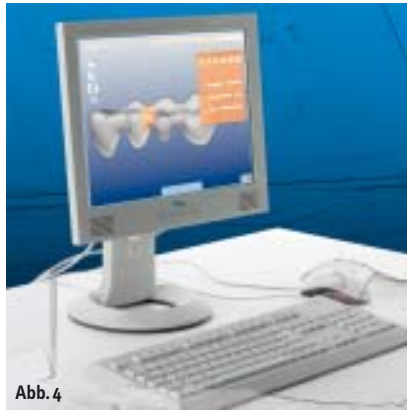


Abb. 4

Abb. 2–4: Durch die Cercon art Software ist eine einfache Anwendung und Gerüstkonstruktion ohne besonderen und zeitintensiven Lernaufwand möglich. Eine menügeführte Steuerung erleichtert nicht nur die virtuelle Konstruktion, sondern überträgt zudem die Daten zur Fertigungseinheit.

Schaltelemente am Bildschirm: Aufbau oder Rücknahme von Strukturen, Verjüngen oder Verstärken von Konnektoren, Dimensionierung von Spacern oder Gerüstwandstärken – alles geschieht korrekturfremdlich reversibel und ohne den kostenträchtigen Einsatz von Verbrauchsmaterialien. Das Ausrichten der Achsen und andere CAD/CAM-typische 3-D-Steuerungen können optional besonders elegant mit einem speziellen Navigationsgerät (Cercon move) erledigt werden.

Die Einarbeitung in CAD/CAM erfolgt damit rasch und mühelos, da die Bedienungsschritte der Software weitgehend analog zur zahntechnischen Arbeitsweise erfolgen. Die Optimierung der digitalen Gerüstdaten geschieht einfach und rationell: Das Programm macht beispielsweise automatisch Vorschläge zur Verbinderstärke, die der individuellen Gerüstkonstruktion optimal angepasst werden können. Die fertige virtuelle Gerüstmodellation wird anschließend per Daten-(Fern-)übertragung abgesendet – an die Zirkonoxid-Fräseinheit im eigenen Labor oder in einem Kooperationslabor (Cercon brain) oder via Internet an den Fertigungsservice Compartis. Damit bieten sich insbesondere für kleine Dentallabore neue Perspektiven hinsichtlich zeitlicher und räumlicher Flexibilität und Wirtschaftlichkeit.

Metallische Werkstoffe

Über die absolut hochwertige Restauration in Zirkonoxid hinaus steht Compartis auch zur Umsetzung der virtuellen Modellation in zwei metallische Werkstoffe zur Verfügung: Titan

wird für so manches Labor zum erstenmal zu einer Option, die dem Patienten als bioverträgliche und mit höherem Tragekomfort verbundene Alternative zu Kobalt-Chrom angeboten werden kann. Wenn es aber eine Entscheidung pro CoCr gibt, dann liefert Compartis das verbundfertige Gerüst. Die aus der Gusstechnik bekannten Probleme bei der Verarbeitung von Titan und von Kobalt-Chrom-Legierungen werden durch das fortschrittliche Fräs- bzw. SLM-Verfahren („Selective Laser Melting“) komplett vermieden. Hohe Aufwendungen für den Ti-tanguss unter Schutzgas entfallen, der überdies als fehleranfällig gilt. Die gelieferten CoCr-Gerüste weisen ein äußerst homogenes Gefüge auf – mit einer Enddichte, wie sie mittels der Gusstechnik nicht immer erzielt wird.

Fazit

Das hier vorgestellte CAD-Verfahren bietet dem Dentallaboreine bisher nicht gekannte Flexibilität bei der Konstruktion und Fertigung von Kronen, Brücken oder Implantatsuprastrukturen. Durch die optionale externe Herstellung des Gerüsts via Kooperationslabor und/oder Compartis kann die laborseitige Investition in eine zusätzliche apparative Ausstattung für die fräs- bzw. gusstechnische Gerüsterstellung entfallen – ein wichtiger Vorteil gerade für kleine Labore. Darüber hinaus überzeugt die Ausweitung der Werkstoff-Optionen: Zirkonoxid, Titan oder NEM stehen zur Wahl. Damit stellt das CAD-Modul des Systems Cercon smart ceramics ein universelles Schlüsselverfahren zur Verfügung. Es liefert einen echten Mehrwert, den sich auch kleinste Labore sichern können. Das dafür erforderliche Investitionsvolumen bleibt erfreulich gering. ◀

Titelbild: Das Bild „Genios Seitenzähne“ wurde uns freundlicherweise von DeguDent GmbH, Hanau zur Verfügung gestellt.

kontakt

DeguDent GmbH
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau-Wolfgang
Tel.: 0 61 81/59 50
Fax: 0 61 81/59 58 58
E-Mail: info@degudent.de
www.degudent.de

R[®]
dental

Biß zur Perfektion

Registrieren!



R-SI-LINE[®] METAL-BITE[®]

- scanbares Registriermaterial (CAD/CAM/CIM Impression Technology)
- universelles Registriermaterial
 - für die Bißgabel bei der Gesichtsbogenübertragung nach Prof. (HR) Dr. A. Gutowski

R-dental Dentalerzeugnisse GmbH
Informationen, Katalog >> Tel.: 0 40 - 22 75 76 17
Fax: 0 800 - 733 68 25 gebührenfrei
E-mail: info@r-dental.com
Web: r-dental.com

Niedergelassen in der Stadtmitte von Darmstadt, hat sich Zahnarzt & ZTM Martin Ahrberg mit vier weiteren Zahnärzten in gemeinsamer Praxis für ein „zweigleisiges CAD/CAM-Verfahren“ entschieden: Einfache Vollkeramikrestaurationen werden chairside mit CEREC 3D durchgeführt, aufwendige Arbeiten im Praxislabor mit dem inLab-System. Die Entscheidung traf Ahrberg aufgrund arbeitsmethodischer Überlegungen und mit der Erfahrung von einigen Tausend CEREC-Versorgungen, die er seit 1989 gegliedert hat.

Die Vorteile eines zweigleisigen CAD/CAM-Verfahrens

Autor: Zahnarzt Martin Ahrberg

Nachdem ich den Meisterbrief als Zahn-techniker erworben hatte, entschloss ich mich zum Studium der Zahnmedizin am „Carolinum“ der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main. Vielleicht war es die manchmal „bescheidene Qualität“ der Praxisunterlagen, die mir als Zahntechniker in die Hände kamen – oder die frühe Erkenntnis, dass nur dann eine gute Behandlung Früchte trägt, wenn die klinische Situation am Patienten sorgfältig analysiert und ein geeignetes Therapiekonzept auf den Einzelfall abgestimmt wird. Ich entschied mich für die Tätigkeit auf der zahnärztlichen Seite der Behandlungseinheit. Nach Approbation 1986 und Assistenzzeit eröffnete ich eine eigene Praxis. Erstmals fanden nun Berufstätige aus der Region Beratung und Behandlung von 8 bis 20 Uhr, oft auch an Samstagen. Um das wachsende Pensum zu bewältigen, wurden die Behandlungsplätze für vier weitere Zahnarztkollegen erweitert. Mit der Praxis „Ahrberg & Kollegen“ bauten wir die Prophylaxebehandlung aus, entschieden uns frühzeitig für metallfreie, zahnfarbene Füllungen aus Keramik, zertifizierten uns als Spezialisten für Funktionsdiagnostik, Parodontaltherapie und Implantatprothetik. Für anspruchsvolle Ästhetikrestaurationen qualifizierten wir uns auf Masterkursen der

DGÄZ. Unser spezielles Praxiskonzept entliehen wir uns dem Leitsatz des bekannten US-Zahnarztes und Zahntechnikers Bob Lee, der unter den Begriffen „form follows function“ und der „Bioästhetik“ die funktionelle, ästhetische und biologisch verträgliche Zahnversorgung zusammenfasste.

Beginn einer neuen Ära

1988 stieß ich anlässlich einer Fortbildung im Zahnärztlichen Institut Karlsruhe auf

CEREC; Prof. Mörmann aus Zürich skizzierte das Behandlungskonzept, Restaurationen aus industriell gesinterter Silikatkeramik mithilfe von CAD-Konstruktion und Fräseinheit am Behandlungsstuhl in einer Sitzung herzustellen. Da ich mich schon in der Studienzeit gern mit Computer und Software beschäftigte, war ich fasziniert. Obwohl die Kaufläche mit CEREC 1 noch manuell eingeschliffen werden musste, die Adhäsivtechnik für die Befestigung noch in den „Kinderschuh“ steckte und Beden-



Beginnen mit CEREC 1, arbeitet das Praxisteam Ahrberg heute mit CEREC 3D, inEos und inLab. Das „Sparschwein“ symbolisiert die Wirtschaftlichkeit dieser Systeme. (Foto: Ahrberg/Kern)

centrager dem verklebten Fugespalt „die Hölle auf Erden“ prophezeiten, spürte ich, dass dies der Beginn einer neuen Ära in der Zahnheilkunde war.

Im Vertrauen auf die rasch fortschreitende Technik, getragen von dem Gedanken nach Rationalisierung im Behandlungs- und Fertigungsablauf und der Absicht, meinen Patienten einen einmaligen Therapiekomfort zu bieten, entschloss ich mich 1989 für das CEREC-System. Man muss im Leben manchmal früh aufstehen, um eine Zahnlänge voraus zu sein, und das hat sich bezahlt gemacht. Seit dieser Investitionsentscheidung sind über die Jahre alle Nachfolgesysteme in unsere Praxis eingezogen. Viele Tausend CEREC-Versorgungen sind in 18 Jahren entstanden, neuerdings auch mit den Schwestersystemen inEos und inLab im angegliederten Praxislabor. Mit der „Inlay-Maschine“ fertige ich auch Onlays, Teilkronen, Veneers und Einzelkronen aus Feldspatkeramik wie „TriLuxe“, neuerdings auch aus Lithiumdisilikatkeramik wegen der höheren Stabilität und der sehr guten Ästhetik. Seit einigen Jahren beschäftigen wir drei Zahntechniker – und es ist nicht so, dass CEREC dem Labor Arbeit weggenommen hat, im Gegenteil. Die Entscheidung, eine Restau-



Abutments aus Zirkonoxid mit eingefärbter Zahnfleischmaske, ausgeschliffen mit dem inLab-System. (Foto: Ahrberg)

ration chairside zu fertigen oder labside mit inLab ausführen zu lassen, mache ich jeweils von der klinischen Situation, von der gewünschten Ästhetik und vom Arbeitsvolumen abhängig. Bei rotierten Zahnstellungen, bei Engstand, schwierigen Bissverhältnissen, bei funktionskorrigierenden Veneers mit Moke-up zur Wachsmodellation zum Beispiel, nehmen wir den konventionellen Abdruck zur weiteren Ausarbeitung im Labor. Der zeitliche und technische Aufwand entscheidet über den Chairside- oder Labside-Einsatz. Auch eine „Inlay-Straße“

wird im Labor mit inEos gescannt und mit inLab ausgeschliffen, um die zahnärztliche Behandlungskapazität zeitlich nicht über Gebühr zu binden. Der Praxistechniker kommt ohnehin bei der Farbbestimmung und Farbprobe am Patienten zum Einsatz, bei der Festlegung des klinischen Konzeptes für Ovate Pontics, bei Zahnfleischmasken, beim prothetischen Konzept für Implantataufbauten, für das Gestaltungsdesign der Verblendung, bei der Gerüst- und Rohbrandeinprobe, bei Passungs- und Farbänderungen. Die Arbeitsteilung ist eng ver-



Eingegliederte Implantatbrücke auf IQ:NECT-Enossalpfeilern (Heraeus Kulzer). (Foto: Ahrberg)

zahlt. Das integrierte Labor und die Kompetenz meiner Assistentinnen erlauben auch, Abformungen sowie Überprüfungen von Okklusion und Artikulation zu delegieren, sodass ich mich anderen Patienten und Aufgaben widmen kann. Damit können Aufgaben wie Funktionsprüfung, Passgenauigkeit, Farbprobe und Politur delegiert und die Produktivität der Praxis gesteigert werden, weil nicht mehr alles von mir erledigt werden muss und somit kein Leerlauf entsteht.

Vollkeramische Restaurationen nehmen einen Großteil der Behandlungsleistungen ein. Dabei haben wir das Arbeitskonzept soweit rationalisiert, dass 75 Prozent der CAD/CAM-Restaurationen im Praxislabor ausgeführt werden, 25 Prozent werden chairside angefertigt. Die klinische und technische Perfektion der CEREC- und inLab-Versorgungen hat sich herumgesprochen, und Patienten stellen unterschiedliche Ansprüche an die Ästhetik. So bieten wir

wahlweise mit der „Ästhetik nach Maß“ Kronenversorgungen aus Lithiumdisilikatkeramik im Cutback-Verfahren an. Hierbei wird die vollanatomisch geformte Krone um Schmelzschichtdicke zurückgeschliffen, konventionell verblendet und erfüllt somit höchste Ansprüche an die Ästhetik zu wirtschaftlichen Bedingungen.

Fazit

Für Kollegen, die noch nicht mit CEREC oder inLab arbeiten, halte ich den Rat bereit, dass

sie wirklich eine große Chance auf Rationalisierung, Patientenkomfort und Zukunftssicherheit verspielen, und dass es fünf vor zwölf ist, noch auf den Zug aufzuspringen, um mehr Spaß an der Arbeit zu haben. Unter der E-Mail ahrbergdental@gmx.de bin ich bereit, CEREC-abstinenten Kollegen zu beraten, was seine Motivation ist, künftig auch in der Implantatprothetik mit CEREC und inLab zu arbeiten. ◀

Kontakt

ZA Martin Ahrberg
Wilhelminenstraße 25
64283 Darmstadt
E-Mail: ahrbergdental@gmx.de

Für die Behandlung defekter Zähne wurden bisher überwiegend metallische Werkstoffe eingesetzt, so für plastische Füllungen, Gussinlays, für Kronen- und Brückengerüste. Dabei ist Metall als artfremder Stoff im menschlichen Körper ein Reparaturmaterial, das zwar mechanisch stabil, aber ästhetisch unbefriedigend und in der Mundhöhle auch chemisch labil ist. Dagegen entspricht Keramik aufgrund ihrer Zusammensetzung eher den Zahnhartsubstanzen, besonders dem Schmelz, der zu über 90 Prozent aus anorganischem Material besteht.

Hat sich Vollkeramik bewährt?

Autoren: Karl-Heinz Kunzelmann, Peter Pospiech, Manfred Kern

Im Mund ist Keramik nahezu unlöslich, sodass keine Interaktion mit dem Gewebe stattfindet. Die Biokompatibilität beruht auf der Tatsache, dass sich die Bestandteile der Keramik bereits auf einer hohen Oxidationsstufe befinden. Darum wird der Keramik von Zellbiologen und Dermatologen eine hohe Gewebeverträglichkeit attestiert. Patienten, die auf bestimmte Metalle sensibel reagieren, können in vielen Fällen

alternativ mit Vollkeramik versorgt werden.

Unter dem Aspekt des natürlichen Aussehens und der Biokompatibilität ist Vollkeramik heute die erste Wahl (Abb. 1). Es lassen sich leichter ästhetisch hochwertige Lösungen erzielen, da die dem Zahn ähnliche Lichttransmission nicht durch ein Metallgerüst behindert wird. Hinzu gesellt sich der besonders Silikatkeramiken zuge-

schriebene Chamäleoneffekt, der eine bessere Anpassung der künstlichen Krone und Brücke in die umgebende Zahnreihe bewirkt. Der Übergang von Zahnkrone zur Gingiva bleibt weitgehend unsichtbar, weil Farbidentität und Lichtbrechung keine Differenzierung ermöglichen. Dazu kommt, dass die geringe Wärmeleitfähigkeit der Keramik im Vergleich zu Metall den Zahnerv schont, der sonst auf Temperaturwechsel (heiße Getränke, Eis) schmerzhaft reagiert. Mangelnde Farbtiefe besonders am Kronenrand, Korrosionserscheinungen durch nicht entfernte Metalloxide oder schlechte Gussgefüge und Spaltkorrosion, Durchlichtblockaden, dunkelfarbene Kronenränder, oxidinitiierte Gingivaentzündungen – alles Stolpersteine in der Metallkeramik – treten bei Keramik nicht auf. Waren bisher hochgoldhaltige Legierungen und Titan das einzige Mittel der Wahl, um Unverträglichkeitsreaktionen auszuweichen, so blieb damit der Wunsch des Patienten nach Ästhetik und Metallfreiheit oft unerfüllt. In den vergangenen Jahren stieg der Anteil vollkeramischer Restaurationen, hergestellt aus leuzitverstärkter Presskeramik, laborgeschichteter Sinterkeramik und industriell vorgefertigter Silikatkeramik für die CAD/CAM-Verarbeitung, deutlich an. Inlays, Onlays und Teilkronen aus Silikatkeramik gehören heute



Abb. 1: Vollkeramik ist lichttransmittierend.

(Abb. Reichel)

zu den ästhetisch hochwertigsten Versorgungen. In Kombination mit der Adhäsivtechnik ermöglicht dies eine dauerhafte Stabilisierung selbst stark geschwächter Höcker.

Auf die mechanische Retention kann in der Kavitätengeometrie verzichtet werden, weil die adhäsive Befestigung einen innigen Verbund mit dem Restzahn gewährleistet. Dies ermöglicht eine defektorientierte, relativ substanzschonende Präparationsform (Abb. 2).

Direkte oder indirekte Restauration?

Aufgrund des Entwicklungsstandes, den Komposite erreicht haben, lässt sich die Frage heute klar beantworten: Für kleine, minimalinvasive Kavitäten ist die mehrschichtig gelegte Kompositfüllung inzwischen eine bewährte Direktversorgung. Das niedrige E-Modul, die geringere Verschleißfestigkeit und Farbstabilität beschränkt den Einsatz jedoch auf kleine Kavitäten. In großen Kavitäten, besonders im kaulasttragenden Seitenzahnbereich oder wenn ein okklusionstragender Höcker einbezogen wird, sind Keramikinlays oder -onlays angezeigt, weil sie dem Restzahn eine Abstützung bieten.¹ Industriell hergestellte Keramikkörper, die auf CAD/CAM-Anlagen zu Restaurationen ausgeschliffen werden,

Im Jahr 2006 wurden in Deutschland 2,3 Mio. vollkeramische Restaurationen eingegliedert (20 % Wachstum vs. Vorjahr).

Dies entspricht 9,6 % des Gesamtvolumens an Füllungen (F3/F4), Kronen und Brücken.

Der Anteil der CAD/CAM-gefertigten Restaurationen erreichte 62 %; Tendenz steigend.

haben aufgrund der homogeneren Kristallstruktur eine höhere Dauerbiegefestigkeit als die entsprechenden Sinterkeramiken, die im Labor verarbeitet werden.² Zusätzliche Festigkeit erhalten vollkeramische Restaurationen durch den Einsatz der Ad-



Abb. 2: Substanzschonende Keramikinlays, defektorientiert präpariert mit stabilisierten Höckern.

(Abb. Kunzelmann)

häsivtechnik bei der Eingliederung. Dies ist von elementarer Bedeutung für Inlays, Onlays, Veneers und Teilkronen aus Silikatkeramik, deren Biegefestigkeit unter 200 MPa liegt. Durch den kraftschlüssigen Verbund mit der Restzahnschubstanz stellt die Restorationsinnenseite keine mechanische Grenzfläche mehr dar, an der rissauslösende Zugspannungen wirksam werden können. Generell bergen extensive Kavitäten mit geschwächten Höckerwänden das Risiko einer Fraktur. Bei Metallrestaurationen ist in solchen Fällen eine Überkappung oder ein Höckerschutz notwendig. Durch die adhäsive Verklebung der Höckerwand mit der Keramikrestauration lässt sich eine Stabilisierung des Restzahns erreichen und somit der Substanzabtrag reduzieren.

Vollkeramische Teilkronen schonen Zahnschubstanz

Aufgrund der geringen mechanischen Verwindung unter Kaudruckbelastung sowie des niedrigen thermischen Expansionskoeffizienten wird der Verbund zur Zahnhartsubstanz nur gering beansprucht. Dadurch hat die vollkeramische Einlagefüllung und Teilkrone mit Höckerersatz eine gute klinische Langzeitprognose erreicht (Abb. 3). Im Zusammenhang mit der adhäsiven Befestigung kann defektorientiert präpariert werden, das bedeutet, dass mit der Keramikteilkrone vielfach eine metallgestützte Krone vermieden werden kann, die zur Erzielung einer mechanischen Retention den zirkulären Abtrag und oftmals den Verlust selbst gesunder Zahnhartsubstanz erfordert. Beim Präparieren für Keramik-



Abb. 3: Presskeramische Teilkronen bei der Rohbrand-Einprobe.

(Abb. Kunzelmann)

inlays, -onlays und -Teilkronen für Silikatkeramik ist eine Mindeststärke von 1,5 mm okklusal im tiefsten Punkt der Fissur und sonst 1,0 mm einzuplanen. Im Bereich des Kavitätenrandes müssen eine Nasenbildung, das Anlegen eines Federrandes, spitz und somit dünn auslaufende Inlayränder vermieden werden. Der Öffnungswinkel der Kavitätenwand kann bis 6° geweitet werden – nach okklusal divergierend. Approximal ist die Präparation soweit zu extendieren, dass die Approximalkontakte zu den Nachbarzähnen vollständig separiert und Kavitätenränder zum Entfernen von Kunststoffüberschüssen zugänglich sind. Der proximale Übergang vom Kavitätenrand zur äußeren Kurvatur des Zahns soll einen Winkel von 60° nicht unterschreiten. Restaurationsränder sind nicht im Bereich von statischen, okklusalen Kontaktpunkten anzusiedeln. Die Ausdehnung des Inlays sollte ein Drittel der Zahnbreite nicht unterschreiten, um eine ausreichende Schichtdicke zu erzielen. Eine evtl. notwendige Höckerüberkappung wird als horizontale Schulter mit abgerundeten Ecken angelegt. Schmelzbegrenzte Kavitätenränder sind ideal, weil die Schmelzpris-

men den adhäsiven Verbund fördern.³ Die Keramik-Teilkrone im Seitenzahnbereich erfordert ebenfalls eine Materialstärke von mindestens 1,5 mm. Auf eine präventive Höckerüberkuppelung kann verzichtet werden. Lange, verzweigte Kavitätenränder sind zu vermeiden. Axiale Restwandstärken dürfen nicht unter 1 mm fallen, besonders bei Molaren und Prämolaren. Ferner ist eine Kastenpräparation mit 90°-Schulter anzustreben. Innenkanten müssen abgerundet werden. Eine Hohlkehl-Präparation und leicht abfallende Stufen sind akzeptabel. Bei avitalen Zähnen gelten die gleichen Bedingungen; grundsätzlich sollten hier dickere Materialstärken eingeplant werden durch Einbeziehen des koronalen Pulpenkamms. Die adhäsiv befestigte Keramik-Teilkrone ist zur unübertroffenen Option geworden, weil sie defektorientiert wertvolle Zahnhartsubstanz schonert. Das hat die DGZMK in einer wissenschaftlichen Stellungnahme bestätigt.⁴

Frontzahnkronen haben sich adhäsiv befestigte Silikatkeramiken aus der Stoffklasse der leuzitverstärkten Glaskeramik oder Feldspatkeramik bewährt, weil sie über lichtleitende, transluzente Eigenschaften verfügen. Ebenfalls geeignet ist Aluminiumoxid als Gerüstkeramik für Kronenkapfen, deren Biegefestigkeit im Infiltrationsverfahren auf 500 MPa gesteigert werden kann. Aufbrennkeramisch verblendet, kann die Oxidkeramik-Krone wahlweise konventionell zementiert werden. Entscheidend für die Kompensation von Druck- und Zugspannungen ist die ausreichende Dimensionierung der Konnektoren zu den Brückengliedern. Verbinder in vertikal maximierter Ausdehnung sollten eine Fläche von 16 mm² bei Silikatkeramik und 12 mm² bei Aluminiumoxid nicht unterschreiten.⁵ Für Brücken ist Silikatkeramik nur bis zum zweiten Prämolaren geeignet.^{6,7} Der Molarenbereich mit seinen Kaudrucklasten bis 800 Newton erfordert Hochleistungske-

mende Alternative zu metallgestützten Kronen und mehrgliedrigen VMK-Brücken. Die Verbreitung der ZrO₂-Keramik wurde durch die computergestützte Mess- und Fertigungstechnik vorangetrieben, weil Hochleistungskeramik nicht konventionell bearbeitet werden kann. ZrO₂-Keramik, ob als Grünling oder im isostatisch verdichteten Zustand (HIP) subtraktiv ausgeschliffen, qualifiziert sich für hochbelastete Kronen, Brücken, Inlaybrücken, Suprastrukturen für Implantate und für Primärteile bei Teleskopkronen. Bei Einsatz als Gerüstkeramik kann der Substanzabtrag in gewissen Fällen zurückhaltender sein als für VMK. Patienten mit Bruxismus stellen noch ein Risiko dar; deshalb ist in diesen Fällen eine Schutzschiene für die Nacht angezeigt.

Präp-Regeln für Kronen und Brücken

Wichtig für die klinische Haltbarkeit vollkeramischer Kronen und Brücken ist die keramikorientierte Präparation. Die antagonistischen Flächen sollten senkrecht aufeinandertreffen und somit maximal mögliche Drucklast tragen. Dadurch werden Zug- und Biegespannungen vermieden. Tangentialpräparationen sind grundsätzlich kontraindiziert. Je nach ausgewähltem Werkstoff sollte eine gleichmäßige Schulter-, Stufen- oder Hohlkehlpräparation ausgeführt werden. Silikat- bzw. Feldspatkeramiken erfordern eine Stufenpräparation oder die Stufe mit abgerundeter Innenkante. Für Keramik über 200 MPa Biegefestigkeit – wie Lithiumdisilikatkeramik, infiltrierte Oxidkeramik oder polykristalline Oxidkeramik (ZrO₂) – kann die Hohlkehlpräparation gewählt werden. Als Mindestwandstärke sind für Silikat- und Feldspatkeramik 1,0 mm einzuhalten; Lithi-



Abb. 4: Konnektoren müssen ausreichend dimensioniert sein, besonders vertikal. (Abb. Pospiech)

Vollkeramik – fit für Kronen und Brücken?

In Anbetracht der unterschiedlich hohen Kaudruckbelastungen im Front- und Seitenzahn und den Anforderungen an die Ästhetik gilt folgende Faustformel: Anterior bis zum zweiten Prämolare dominieren die Ansprüche an Farbe und Ästhetik; dies erfordert Keramiken mit lichtleitenden, schmelzähnlichen Eigenschaften. Posterior hingegen entscheidet bei der Werkstoffwahl die Festigkeit und Bruchzähigkeit der Keramik; die Ästhetik tritt hier in den Hintergrund. Dafür stehen Oxidkeramiken zur Verfügung, die jedoch ein opakes Aussehen haben und kaum Licht reflektieren. Deshalb werden die Oxidkeramiken als Gerüstwerkstoffe eingesetzt, die glaskeramisch verblendet werden. Für

ramiken für die Rekonstruktion. Hier bietet Zirkonoxidkeramik (ZrO₂) aufgrund der hochverdichteten Kristallstruktur eine Biegefestigkeit von 1.100 MPa und dadurch eine ausreichende Belastbarkeit. ZrO₂ als Gerüstkeramik ist inzwischen eine ernst zu neh-



Abb. 5: 4-gliedrige ZrO₂-Brücken wurden nach klinischer Bewährung für den Praxis Einsatz freigegeben. (Abb. 3M ESPE, Bellmann)

umdisilikat erfordert 0,8 mm, bei Oxidkeramiken kann auf 0,6 mm reduziert werden. Okklusaldicken von 1,2 bis 1,5 mm sollten eingehalten werden, um die mechanische Stabilität der Keramik zu nutzen. Hohlkehle und die zirkulär abgerundete Stufe sollten einen 4- bis 5-Grad-Winkel aufweisen.³ Das Platzangebot für Verbinder bei Brückengerüsten ist klinisch mit der PAR-Sonde zu ermitteln. Das Silikatkeramikgerüst ist im Konnektorbereich massiver zu gestalten als bei Oxidkeramik. Silikatkeramik benötigt 16 mm² Verbindfläche, Oxidkeramik (infiltriert) 10–12 mm², ZrO₂-Keramik 9 mm² (Abb. 4). Die Schichtstärke der Aufbrennkeramik sollte gleichmäßig sein und 2,5 mm nicht übersteigen.

Fettfrei, sauber und trocken

Die klinische Überlebensaussicht hängt auch von der Befestigungstechnik ab. Der Gesamtverbund muss so ausgelegt werden, dass die positiven Eigenschaften der Keramik wie Härte, Biegefestigkeit, Formstabilität und Verschleißfestigkeit vollständig zum Tragen kommen, ohne dass Werkstoffnachteile wie Sprödigkeit oder geringe Zugfestigkeit versagenskritisch werden. Die Entscheidung für die Befestigungsmethode orientiert sich an der Zahnhartsubstanz, die die Keramikrestauration umgibt. Wenn genügend Schmelz zur Verfügung steht, ist das adhäsive Befestigen unübertroffen. Wenn wenig oder kein Schmelz zur Verfügung steht, besteht die Gefahr, dass infolge der Polymerisations-schrumpfung des Befestigungskomposits Randspalten entstehen, die den klinischen Erfolg gefährden können.⁸ Da Kronen und Brückenpfeiler mit zirkulärer Präparation am Dentin verankert werden, bringen hier Komposit-Klebeverbindungen keinen wissenschaftlich nachgewiesenen Vorteil. Hier kann und darf konventionell zementiert werden.

Vollkeramik klinisch bewährt?

Inlays, Onlays, Teilkronen und Veneers aus Silikatkeramik weisen bei adhäsiver Befestigung und ausreichendem Schmelzangebot sehr gute klinische Erfolgsraten von 90 Prozent nach 18 Jahren auf – haben somit den „Goldstandard“ von Gussfüllungen erreicht – und sind dadurch für die Praxis zu empfehlen.⁹ Laborgesinterte Klasse II-Keramikinlays haben eine geringere Haltbarkeit; nach sechs

Jahren zeigten 16 Prozent Frakturen, besonders in Molaren, und endodontischen Behandlungsbedarf.¹⁰ Die hohe Dauerhaftigkeit CAD/CAM-gefertigter Inlays und Onlays aus industriell vorgefertigter Silikatkeramik bewies eine Studie mit 2.328 CAD/CAM-gefrästen, adhäsiv befestigten Restaurationen. Nach neun Jahren konnte ein Überlebensrate



Abb. 6: ZrO₂-Brücke (Lava), sechs Jahre in situ, ohne Gerüstfraktur. (Abb. Pospiech)

von 95,5 Prozent festgestellt werden.¹¹ Eine vergleichende Analyse aller relevanten Studien ergab, dass zwischen der Überlebensrate von CAD/CAM-gefertigten Keramikinlays und Gussfüllungen kein signifikanter Unterschied besteht.¹² Für vollkeramische Kronen aus Silikatkeramik und infiltrierter Oxidkeramik liegen klinische Erfahrungen über zehn Jahre mit Überlebensraten von 85 Prozent vor, wobei die jüngeren Restaurationen aus modernen Press- und Oxidkeramiken weit höhere Überlebensraten zeigen.¹³ Dies entspricht der Haltbarkeit von metallgestützten Restaurationen.¹⁴ Klinische Untersuchungen zeigten nach zehn Jahren keine Zunahme der Frakturrate.^{15,16} Für ZrO₂-Keramik, eingesetzt für Kronen, mehrgliedrige Brücken (Abb. 5, 6) und Implantat-Kronen, liegen klinische Erfahrungen bis zu sechs Jahre vor. In allen universitären Studien zeigte sich, dass in dieser Zeit keine Gerüstfrakturen auftraten, sondern nur jene Zwischenfälle, die wir auch von der Metallkeramik in ähnlicher prozentualer Größenordnung kennen:¹⁷ Postoperativer Vitalitätsverlust und Abplatzungen der Verblendkeramik. Demzufolge scheint sich für die ZrO₂-Keramik eine Perspektive anzudeuten, die es ermöglicht, dieses „weiße Gold“ anstelle von Seitenzahnkronen und -brücken aus Edelmetalle einzusetzen.

Gute Perspektiven

Der Einsatz vollkeramischer Restaurationen war bis zur Verfügbarkeit hochfester Kerami-

ken und neuer Verfahrenstechniken vor allem auf Areale beschränkt, die geringen Kau-druckkräften ausgesetzt waren. Neue Silikat- und Oxidkeramiken haben die Indikationen deutlich ausgeweitet. Das Überlebensverhalten wird bestimmt von der Eigenfestigkeit der Keramik, vom Design der Kavitäten- und Kronenstumpfpräparation, von Mindestwandstärken, von der Passgenauigkeit und vom Verbund zum Restzahn. Durch die defektorientierte Präparation unter weitgehender Schonung gesunder Zahnhartsubstanz und mit der adhäsiven Befestigung kann vielfach mit der hiermit erzielten Stabilisierung des Restzahns selbst in großen Kavitäten eine Einbeziehung der Höcker in die Präparation vermieden werden. Dadurch kann auf eine Teilkrone oder gar eine Vollkrone verzichtet werden. Die klinischen Erfahrungen mit Kronen und Brücken aus Lithiumdisilikat, Oxid- und Zirkonoxidkeramiklassen erkennen, dass Therapielösungen mit der Dauerhaftigkeit metallgestützter Rekonstruktionen möglich sind. Grundsätzlich erfordern vollkeramische Restaurationen Sorgfalt in der zahnärztlichen Behandlung und in der zahntechnischen Herstellung. Die defektorientierte Indikation, die richtige Präparation, die belastungsorientierte Werkstoffauswahl, die fachmännische Bearbeitung im Labor, die sorgfältige Eingliederung – diese interdisziplinäre Aktion in Praxis und Labor muss von „keramischem Denken“ gesteuert sein. ◀

Das Literaturverzeichnis kann bei der Redaktion angefordert werden.

kontakt

Prof. Dr. Karl-Heinz Kunzelmann,
Universität München
Prof. Dr. Peter Pospiech,
Universitätskliniken des
Saarlandes, Homburg
Manfred Kern,
Arbeitsgemeinschaft für Keramik
in der Zahnheilkunde e.V.
E-Mail: info@ag-keramik.de

Mit der Keramik ist es wie mit den meisten schönen Dingen im Leben: Sie faszinieren – und haben häufig einen hohen Preis. Das nicht nur in finanzieller Hinsicht, sondern mitunter auch in Bezug auf die Gesundheit. Nicht zuletzt ist aber auch der Aufwand groß sie zu bekommen, sodass jeder Einzelne, je näher er sich mit dem Schönen beschäftigt, sich die Frage stellt: Rechtfertigt der Aufwand den Nutzen?

Vollkeramik in der Prothetik – eine Übersicht

Autoren: Prof. Dr. Axel Zöllner, Dr. Steffen Herzberg, Dr. Mark Thomas Sebastian

Für die Keramik in der zahnärztlichen Prothetik ist eins sicher: Sie ist keine Modeerscheinung, das Rad der Zeit wird hier sicher nicht zurückgedreht. Es muss jedoch die Frage erlaubt sein, wo wir mit vertretbarem Aufwand den größtmöglichen Nutzen erzielen können.

Bei der Beantwortung der Frage, wohin sich die Indikationen für Keramik in der Zahnmedizin entwickeln werden, ist es gut, sich nicht nur seiner Fähigkeiten als Orakel zu bedienen, sondern auch der Frage nachzugehen, welchen Weg haben wir bisher zurückgelegt?

Die Silikatkeramik – ein treuer Weggefährte in der zahnärztlichen Prothetik

Die Silikatkeramik stellt die älteste Gruppe der Keramiken dar. Sie wird aus natürlichen Rohstoffen gewonnen. Die Silikatkeramik ist ein ein- bzw. mehrphasiger Werkstoff, basierend auf Ton, Kaolinfeldspat und Speckstein als Silikatträger. Die niedrige Sintertemperatur kann zuverlässig mit den auf dem Markt befindlichen Öfen erzielt werden. Insgesamt ist die Verarbeitung der Silikatkeramik im Vergleich zu den später



Abb. 1: Schliffbild einer Verblendkeramik (Zirox, Fa. Wieland). Zu erkennen ist das gleichmäßige Gefügebild der Glasphase. Diese Glasphase ist durch Anätzen mit Flusssäure anzurauen.

noch zu erwähnenden Technologien relativ einfach. Die gute Prozessbeherrschbarkeit ermöglicht die Anwendung ohne großen

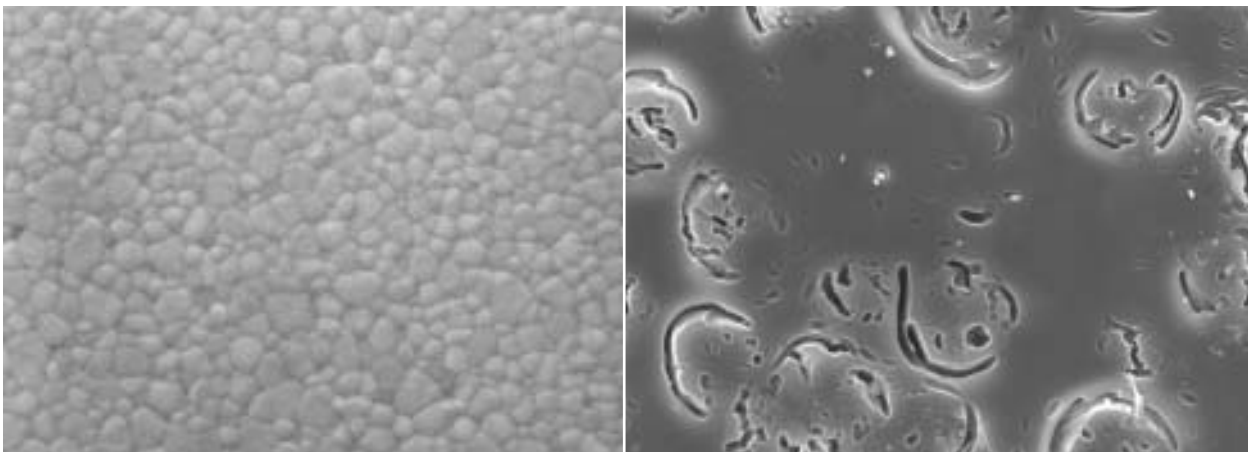


Abb. 2: Schliffbild einer Keramik mit Leuzit-Mikrostruktur (Cergo, Fa. DeguDent). – **Abb. 3:** Schliffbild einer Zirkondioxidkeramik (Cercor, Fa. DeguDent). Zu beachten ist der hohe kristalline Reinheitsgrad – ein Anätzen der Keramik zur Retentionserhöhung ist nicht möglich.

technologischen Aufwand in jedem Dental-labor oder auch Eigenlabor.

Der natürlich vorkommende Feldspat als Ausgangsmaterial für die silikatischen Dentalkeramiken für die Verblend- oder Schichttechnik (Abb. 1) ist häufig mit Fremdpartikeln verstärkt (Abb. 2), um neben den guten optischen Eigenschaften auch verbesserte werkstoffkundliche Eigenschaften in Bezug auf Festigkeit zu erzielen. Diese Keramiken mit dem hohen Glasanteil werden so z. B. mitunter mit Leucit (z. B. Empress I) oder aber auch mit Lithiumdisilikat (z. B. Empress II) verstärkt. Die Indikationsgebiete lassen sich ausweiten und umfassen so auch die Erstellung von Teilkronen oder Einzelkronen.



Abb. 6, 7: Vollkeramischer Zirkondioxidaufbau (CARES, Fa. Straumann) auf Implantaten, die Verblendkeramik ist gleichmäßig durch den Aufbau unterstützt.



Abb. 8: Insetierte geschichtete Keramikinlays (Keramik: Reflex, Fa. Wieland; Befestigungszement: Variolink II, Fa. Ivoclar Vivadent).

Nichtsilikatkeramik/ Hochleistungskeramiken

Diese Gruppe der Keramiken verdankt ihre Namensgebung ihren exzellenten werkstoffkundlichen Eigenschaften und findet seit Langem Anwendung in der Industrie. Als sogenannte Nichtoxidkeramiken wird der Werkstoff für die Herstellung von Kugellagern oder Turbinenbauteilen genutzt. Diese Art der Keramik ist bisher weitgehend zahnärztlich nicht relevant.

Demgegenüber erobern die sogenannten Oxidkeramiken Indikationen in der zahnmedizinischen Versorgung.



Abb. 4, 5: Vollkeramischer Zirkondioxidstift (CosmoPost, Fa. Ivoclar Vivadent) mit Empress überpresst (Fa. Ivoclar Vivadent). Der Stift wurde adhäsiv befestigt (Variolink II, Fa. Ivoclar Vivadent).



Oxidkeramik

Diese Keramiken bestehen aus einphasigen oder einkomponentigen Metalloxiden (> 90%, Abb. 3). Sie sind glasphasearm oder glasphasefrei, was zwei wichtige Aspekte mit



sich bringt: Zum einen verlieren diese Materialien die für die Silikatkeramik bekannten exzellenten optischen Eigenschaften, zum anderen werden sie resistent gegenüber Laugen, Säuren und anderen wässrigen Lösungen. Die Oberfläche dieser Keramiken ist daher durch Anätzen nicht veränderbar. Das heißt, eine Erhöhung der Mikrorauigkeit zur Retentionsverbesserung ist nur durch Strahlen erzielbar. Der durch industrielle Standards geprägte Herstellungsprozess bringt einen hohen Reinheitsgrad, eine hohe Bruchfestigkeit, Verschleißfestigkeit und Härte mit sich. Jedoch benötigt die Keramik sehr hohe Sintertemperaturen, um ihr typisches gleichmäßiges Mikrogefüge zu erhalten. Es sind eben diese Eigenschaften,



Abb. 9, 10: Insertion geschichteter Veneers zur kosmetischen Wiederherstellung der durch Erosion hervorgerufenen Schmelzdefekte (Keramik: Delight, Fa. Tanaka Dental; Zement: Variolink II, Fa. Ivoclar Vivadent).

die die Verarbeitungstechnik wesentlich beeinflussen. Die CAD/CAM-Technik ist nicht Technikverliebtheit, sondern zwingende Notwendigkeit, um dieses Material beherrschbar zu machen. Die bekanntesten Vertreter der Oxidkeramiken sind die Aluminiumoxid- oder Zirkonoxidkeramiken jeweils als Einzelmateriale. Um auch die werkstoffkundlichen Eigenschaften dieser Keramiken zu verbessern, ist die Kombination beider Gruppen möglich: Es entstehen Spezialkeramiken wie z. B. die ZTA-Keramik (Zirconia Toughed Alumina-Keramik), die in der Zahnmedizin ihre Anwendung z. B. in der Herstellung von Rosenbohrern oder Implantatbohrern finden. Die werkstoffkundlichen Hintergründe zu den o. g. Materialien ließen sich beliebig ausführen. Sinn dieses Überblicks soll jedoch vielmehr die Bewertung und klinische Sicherheit der unterschiedlichen zahnärztlichen Indikationsbereiche sein. Details zum klinischen Vorgehen von der Präparation bis zum Einsetzen können darüber hinaus der einschlägigen Literatur, wie z. B. dem Buch der Arbeitsgemeinschaft für Keramik (Kunzelmann et al. 2006), entnommen werden.

Aufbauten

Die im Vergleich zu Metall verbesserten ästhetischen Eigenschaften lassen die Verwendung der Keramik für die Herstellung von Aufbauten des endodontisch behandelten Zah-



nes ebenso ratsam erscheinen wie ihre Anwendung als Aufbau in der Implantatprothetik.

Keramische Stiftaufbauten

In einer systematischen Übersicht konnten Creugers et al. (2005) zeigen, dass die Versorgung des endodontisch behandelten Zahnes mit dem gegossenen Stiftaufbau besser ist als sein derzeitiger Ruf: Immerhin 91% der versorgten Zähne waren nach einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von sechs Jahren noch in situ. Die Überlebensrate war somit deutlich höher als bei den mit Stift versorgten und anschließend mit plastischem Füllungsmaterial direkt aufgebauten Zähnen. Im Vergleich hierzu publizierten Paul und Werder (2004) Daten zur Verwendung von Keramikstiften. Sie konnten zeigen, dass ihre Anwendung prinzipiell möglich ist, in der Kombination jedoch mit Keramikaufbauten durchaus mit Risiken verbunden sind. Die Indikation für die Verwendung von Keramikstiften (Abb. 4, 5) ist daher an eine enge Indikationsstellung und Verarbeitungstechnik gebunden. Die Hoffnung als Metallerersatz ist derzeit die Verwendung von Glasfaserstiften.

Vollkeramische Implantatabutments

Auch wenn die guten werkstoffkundlichen Eigenschaften von Zirkonoxid mit schlechteren optischen Eigenschaften in Bezug auf Transluzenz einhergehen, ist der Einsatz von Keramikabutments in der Implantologie auch aus ästhetischer Sicht gerechtfertigt (Abb. 6, 7): Unterschreitet die Dicke der das Abutment bedeckenden Mukosa eine Stärke von 2,5 mm, beeinflusst die Abutmentfarbe

den Farbeindruck der Mukosa. Darüber hinaus konnten Abrahamsson und Mitarbeiter (Abrahamsson et al. 1998) in einer experimentellen Studie nachweisen, dass bei der Verwendung von Keramik – allerdings auch von Titan – ein homogenes mukosales Attachment erzielt werden konnte. Demgegenüber traten bei der Verwendung von Goldabutments und VMK-Kronen als Suprakonstruktion Weichgewebsrezession sowie Resorptionen des krestalen Knochens auf. Einschränkung bleibt zu formulieren, dass



beiter wiesen in einer Studie nach, dass bei ähnlichen Überlebensraten die Anwendung von CAD/CAM-Techniken zur chairside Herstellung von Inlays die größte Kosteneffektivität besitzt (Kerschbaum 2006). Als ebenfalls sicheres Verfahren kann die Restauration mit Keramik-Verblendschalen (Veneers) angesehen werden (Abb. 9, 10). Von größter Bedeutung ist hier die Verankerung an den Schmelz. Dumfahrt und Schaffer (2000) konnten in ihrer Studie nachweisen, dass der überwiegende Teil an Misserfolgen auf die



Abb. 11, 12: Zu Behandlungsbeginn erfolgte eine Schienenvorbehandlung, anschließend eine langzeitprovisorische Versorgung. Abschließend die Versorgung des Seitenzahnereiches mit VMK-Brücken, der UK-Front mit Veneers und der Oberkieferfront mit Vollkeramikronen (Gerüst Zirkondioxid, Zeno; Verblendkeramik Zirox, Fa. Wieland; Zement: RelyX Unicem, 3M ESPE).

Langzeituntersuchungen für keramische Aufbauten hinsichtlich der möglichen technischen Komplikationen noch ausstehen.

Befestigung bei größeren freiliegenden Dentinarealen zurückzuführen war.

Vollkeramische Restaurationen auf natürlichen Zähnen und Implantaten

Inlays/Veneers

Die Insertion vollkeramischer Inlays bei schmelzbegrenzten Defekten kann zwischenzeitlich als sicher (Abb. 8) und mit der Versorgung mit Goldinlays als vergleichbar angesehen werden. Kerschbaum und Mitar-

Einzelzahnkronen

In systematischen Übersichtsarbeiten konnte gezeigt werden, dass aus klinischer Sicht (Abb. 11, 12) über einen Beobachtungszeitraum von fünf Jahren vollkeramische Restaurationen den herkömmlichen VMK-Kronen ebenbürtig sind. Explizit ausgeschlossen werden müssen reine Glaskeramikkronen, die nachweislich eine höhere Versagensquote aufwiesen. Zur Anwendung kommen hier verstärkte Glaskeramiken (Empress), Glasinfiltrationstech-



Abb. 13, 14: Vollkeramische Brücke (Gerüst Zirkondioxid, Wieland Imess; Verblendkeramik Zirox, Wieland) befestigt mit Zinkphosphatzement (RelyX Unicem, 3M ESPE).

niken sowie die mit dem CAD/CAM-System-procedere hergestellten Oxidkeramikronen (Zöllner und Belser 2007).

Vollkeramische Brücken

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass mit den Oxidkeramiken die Möglichkeit besteht, auch vollkeramische Klebebrücken anzufertigen. Kern (2005) wies in seiner Publikation darauf hin, dass die Befestigung dieser vollkeramischen Klebebrücken auch an nur einem Brückenpfeiler im Sinne einer Extensionsbrücke möglich ist. Bei der Insertion vollkeramischer Brücken (Abb. 13, 14) mahnt die Literatur derzeit noch zur Vorsicht. Entsprechend einer Konsensempfehlung im Nachgang des European Workshops on Evidence Based Reconstructive Dentistry sind vollkeramische Brücken den herkömmlichen metallkeramischen Brücken unterlegen (Zöllner und Belser 2007). Ohne Frage haben sich die vollkeramischen Systeme aus werkstoffkundlicher und technischer Hinsicht in den letzten fünf Jahren enorm entwickelt, sodass mit der zu erwartenden rasch

zunehmenden Datenlage durchaus eine baldige Änderung dieser Einschätzung einhergehen kann. Um die im Vergleich mit VMK-Brücken deutlich erhöhten Verblendfrakturaten (13% nach drei Jahren! Sailer et al. 2006) zu vermeiden, muss zwingend auch bei den im CAD/CAM-Verfahren hergestellten Käppchen auf eine ausreichende Unterstützung der Verblendkeramik durch das Gerüst geachtet werden. Die Zementierung kann konventionell erfolgen. Für die Versorgung von Implantaten mit vollkeramischen Restaurationen ist die Datenlage noch weitaus schlechter. Als Empfehlung kann sicher gelten, dass die Anwendung konfektionierter Aufbauten für vollkeramische Restaurationen eingeschränkt ist, da mögliche zum Rotationsschutz in den Aufbauten angebrachte Kanten den Regeln für vollkeramische Versorgungen widerspricht.

Ausblicke

Die Anwendung vollkeramischer Restaurationen in der Doppelkronentechnik sowie bei der Herstellung von Stegen (Abb. 15, 16) ist sicher

eine vielversprechende Ausweitung möglicher Indikationsgebiete. Jedoch lassen mangelnde Langzeitstudien den potenziellen Vorteil aus ästhetischer sowie aus mikrobiologischer Sicht (verminderte Plaqueanlagerung) als derzeit nicht sicher praxistauglich erscheinen.

Zusammenfassung

Keramische Materialien werden auch in Zukunft ihren Stellenwert in der restaurativen Zahnheilkunde nicht nur halten, sondern ausbauen. Bedenkt man den eingangs erwähnten Wert des Schönen gegenüber den Risiken, so kann dieser für die Praxis im Bereich der Einzelzahnrestauration sowie bei einer Rekonstruktion mit kleineren Brücken als für alle Seiten gut bezeichnet werden. Patient, Zahnarzt und Zahntechniker profitieren bei der Anwendung dieser Techniken bei der Durchsetzung des ästhetischen Zieles: Vorbild Natur! ◀

Die Literaturliste kann in der Redaktion angefordert werden.



Abb. 15, 16: Vollkeramischer Steg (Circon), zementiert (RelyX Unicem, 3M ESPE) auf individuellen CAD/CAM hergestellten Keramikaufbauten (CARES, Fa. Straumann). Ohne Zweifel entspricht die Länge der Extension nicht den Vorgaben der Literatur.

autoren

Prof. Dr. Axel Zöllner
Universität Witten/Herdecke
Harvard School of Dental Medicine
Zahnärztliche Praxismgemeinschaft
Hörder Straße 352, 48454 Witten
Tel.: 0 23 02/41 00 52
Fax: 0 23 02/41 00 51
E-Mail: profzoellner@
zahnmedizinwitten.de

Dr. Steffen Herzberg
Zahnärztliche Praxismgemeinschaft
Hörder Straße 352, 48454 Witten
Tel.: 0 23 02/41 00 40
Fax: 0 23 02/41 00 51
E-Mail: drherzberg@
zahnmedizinwitten.de

Dr. Mark Thomas Sebastian
Maximilianstraße 36, 80539 München
Tel.: 0 89/22 80 16 00
Fax: 0 89/22 80 16 06
E-Mail: praxis@max36.de

Keramikveneers sind aufgrund der hohen ästhetischen Ansprüche unserer Patienten heute attraktiver denn je, da sie eine gute Lösung für Zahnfarb-, -form-, -stellungs- und -strukturfehler sind. Ihr klinischer Erfolg beruht hauptsächlich auf dem sehr guten Haftverbund zwischen dem Veneer beziehungsweise Gerüstmaterial und dem Befestigungscomposite. Aufgrund ihres hervorragenden klinischen Verhaltens in ästhetischer und mechanischer Hinsicht können im Bereich der festsitzenden Restaurationen adhäsiv befestigte Keramikveneers als „Leader-Lösung“ betrachtet werden, was die Beständigkeit im Mund anbelangt.

Klinische Anwendung für adhäsiv befestigte Keramikveneers

Autoren: Dr. Gil Tirlet, Hervé Marechal

Trotz der offensichtlichen Vorteile werden diese Teilrestaurationen immer noch relativ selten verwendet. Viele Zahnärzte „fürchten“ die klinische Realisierungsphase und ein allzu hohes technisches Niveau. Das neue Vollkeramiksyste^m IPS e.max[®] umfasst Glas- und Oxidkeramiken. Der Hauptvorteil der Materialien dieses Systems liegt darin, dass sie alle mit derselben Verblendkeramik beschichtet werden können: IPS e.max Ceram. Apatitkristalle im Nanometerbereich verleihen der Schichtkeramik hervorragende optische Eigenschaften, die mit denjenigen des natürlichen Zahnes vergleichbar sind.

Fallbeispiel

Der 30-jährige Patient kam mit dem Wunsch nach Optimierung seines Lächelns in die Praxis (Abb. 1). Nach klinischer Untersuchung, fotografischen sowie Röntgenaufnahmen haben wir uns für die Versorgung der vier Frontzähne mit Keramikveneers entschieden. Auf Wunsch des Patienten wurde zuerst ein Home-Bleaching beider Zahnreihen gemacht; anschließend erfolgten die Farbna^hme (Farbe, Helligkeit, Sättigungsgrad) (Abb. 2) und die Präparation. Nach dem Ein-

legen der Retraktionsfäden werden zu Beginn vertikale Nuten mit schmalen Durchmesser angelegt (Abb. 3). Die Stärke der vor-

genommenen Präparation wird anhand eines Schlüssels überprüft. Die konkave Lingualgrenze wird mit einem großen Rosen-



Abb. 1



Abb. 3



Abb. 2



Abb. 4



Abb. 5

Abb. 1: Ausgangssituation: Die vom Patienten bemängelten Probleme betreffen Zahnfarbe und -länge, Diastema und die voluminöse Compositefüllung am Zahn 11. – **Abb. 2:** Die Situation nach Home-Bleaching (sechs Wochen nach Ende des Aufhellens). – **Abb. 3:** Die Präparationen mit den bukkalen Axialreduzierungen in Form von Nuten. – **Abb. 4:** Die Präparationen vor Abdrucknahme. – **Abb. 5:** Das Arbeitsmodell mit den Präparationsformen.



Abb. 6: Herstellung der Köpchen anhand eines Wax-ups. Der Lamellenschlüssel ermöglicht es, die Reduzierung perfekt zu visualisieren. – **Abb. 7:** Die gepressten Keramikveneers. Die Lichttransmission ist hervorragend. – **Abb. 8:** Die Keramikveneers aus IPS e.max Press und Ceram vor der ästhetischen Einprobe. – **Abb. 9:** Die HF-Behandlung der Innenseiten der Veneers vor der Silanisierung mit Monobond-S. – **Abb. 10 und 11:** Die ästhetische Integration der vier Veneers aus IPS e.max.

bohrer geschliffen. Sie liegt direkt unterhalb der Schneidekante (Abb. 4).

Zahntechnische Arbeit

Die Herstellung von Keramikveneers stellt für viele Techniker eine echte technische Herausforderung dar. Mit IPS e.max ist es möglich, Veneers nicht nur zu schichten, sondern auch zu pressen und so wird die Anfertigung solcher Restaurationen erleichtert. Die gute Qualität der Präparationen schafft eine optimale Ausgangssituation. Auf dem Gipsmodell ist die Gleichmäßigkeit der Präparationen eindeutig erkennbar (Abb. 5). Die leichte Rückführung palatinal oberhalb der Wölbung des Cingulum minimiert die Bruchrisiken in diesem mechanisch stark beanspruchten Zahnbereich. Der angefertigte Lamellenschlüssel gilt als Orientierungshilfe für das Wachsmodellieren der Gerüste (Abb. 6). Da die in Wachs modellierten Strukturen detailgetreu in der Presskeramik abgebildet werden, ist es wichtig, diese mit großer Sorgfalt anzufertigen. Die Lithium-Disilikat-Glaskeramik IPS e.max Press zeichnet sich neben dem hervorragenden Fließverhalten durch sehr gute optische Eigenschaften aus, die im Durchlicht deutlich erkennbar sind (Abb. 7). Dies sorgt für eine na-

türliche Lichttransmission. Nach dem Cut-Back, der Vorbereitung der Gerüste und dem Washbrand erfolgt die Verblendung der Gerüste mittels der Schichttechnik mit IPS e.max Ceram. Dabei werden Charakterisierungen mit Dentin, Transpa- und Opalmassen realisiert. Ein Brand genügt, um das entsprechende Volumen sowie die erforderliche Schichtungstiefe zu erzielen. Darauf folgt die Realisierung der Formen. Nach dem Glanzbrand werden die Veneers zur Einprobe und adhäsiven Befestigung an die Praxis zurückgeschickt (Abb. 8). Bei der vorangehenden Einprobe wird die Ästhetik des Veneers überprüft. Die Einprobe erfolgt zum Beispiel mit den Variolink® II Try-In-Pasten oder transparentem Silikonmaterial. Die Innenseiten der Veneers müssen in diesem Stadium noch nicht geätzt sein. Erst wenn die klinische Einprobe zufriedenstellend ist, werden die Veneers gründlich gereinigt, damit alle Rückstände entfernt sind. Erst dann werden die Innenseiten der Keramikveneers mit Flußsäure, zum Beispiel IPS Ceramic Etching Gel, geätzt und anschließend mit Monobond-S silanisiert (Abb. 9). Die Präparationen werden mit Phosphorsäure geätzt. Danach erfolgt das Auftragen des Adhäsivs Excite® DSC und abschließend die Befestigung mit Variolink II. Nach-

dem alle Veneers einzeln adhäsiv befestigt wurden, werden die Compositeüberschüsse entfernt. Erst dann erfolgt die endgültige Lichtpolymerisierung. Hierzu wird im Randbereich Glyzeringel aufgetragen, um so die Entstehung einer Inhibitionsschicht zu vermeiden. Die Integration der Veneers und das ästhetische Ergebnis nach der Befestigung begeistern den Patienten und das Behandlungsteam. Dank der ausdrucksstarken optischen Eigenschaften von IPS e.max Press in Verbindung mit IPS e.max Ceram sind optimierte ästhetische Ergebnisse mit keramischen Veneers möglich (Abb. 10 und 11).

Fazit

Angesichts der steigenden ästhetischen Ansprüche der Patienten bieten adhäsiv befestigte Keramikveneers in vielen Fällen sowohl in ästhetischer als auch mechanischer Hinsicht sehr zuverlässige Antworten. Bestätigt durch hohe klinische Erfolgsraten über einen Zeitraum von gut zehn Jahren rückt diese Versorgungstechnik im Bereich der ästhetischen Restaurationen immer weiter in den Vordergrund. Das Vollkeramiksystem IPS e.max ermöglicht es dieser Technik, wieder einen Schritt voranzukommen – vor allen Dingen was die Ästhetik angeht. ◀

Die Literaturliste ist bei den Autoren erhältlich.

kontakt

Dr. Gil Tirlet
Dozent, Abteilung für Prothetik
Universität Paris V, Privatpraxis
Paris
234, Bd Raspail
F-75014 Paris
E-Mail: tirlet@club-internet.fr

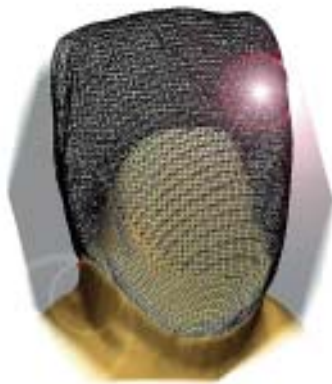
Hervé Marechal
Zahntechniker, Dentallabor
DeBuccaSolis
Laboratoire DeBuccaSolis
11, rue de la hêtraie
F-76970 Flamanville
E-Mail: DeBuccaSolis@aol.com

18 Vorträge, eine multimediale Fall-Präsentation und sieben Workshops sind der Garant für die perfekte Mischung aus aktueller Theorie und Praxis zum Thema „Dental CAD/CAM“ beim Düsseldorfer CEREC-TAG 2008. Das Event für Praxis und Labor findet am 20. und 21. Juni 2008 im Swissôtel Düsseldorf/Neuss statt und der Samstagnachmittag steht ganz im Zeichen der Workshops, bei denen renommierte Profis bei effizienter Arbeit in kleinen Gruppen ihr Insiderwissen zur Verfügung stellen

Düsseldorfer CEREC-TAG 2008

CAD/CAM-Insiderwissen für Praxis und Labor

Redaktion



Dental CAD/CAM für Praxis und Labor 2008.

Mit Dr. Gerhard Werling können sich die Teilnehmer der rationellen Fertigung von Langzeitprovisorien aus dem Kunststoffmaterial VITA CAD-Temp widmen. Neben werkstoffkundlichen Aspekten, Indikationsbereich, Design-Richtlinien, Nachbearbeitung, Befestigung etc. wird auch die Option, Implantat-Bohrschablonen zu fertigen, thematisiert. ZT Wolfgang Speyl stellt step-by-step die Herstellung von Sandwichkronen vor, bei der vollanatomische Strukturen aus Silikatkeramik geschliffen und mit Oxidkeramik-Gerüsten verbunden werden. Dr. Dirk Oster-

mann bietet eine Übersicht zur Nutzung der Disilikatkeramik des IPS e.max-Systems von der Präparation über die Fertigung bis hin zur Individualisierung und Befestigung. ZTM Volker Brosch konzentriert sich auf das Finish CAD/CAM-gefertigter Restaurationen. Behandelt werden die Ästhetikkriterien Größe/Form, Oberflächentextur, Farbgebung durch Bemalung sowie Glasur und Einstellung des Glanzgrades. Aufgrund der wachsenden Nachfrage nach implantatgetragenen Versorgungen thematisiert ZTM Markus Ewertz die computergestützte Fertigung von Suprakonstruktionen, angefangen bei klinischen Voraussetzungen bis hin zu der Gestaltung von Vollkeramik-Abutments bei Einbeziehung der Planungsunterlagen und der Fertigung der entsprechenden Krone. Dr. Wolfgang Riedling ist der Experte für Abrechnungsfragen und klärt über BEB-Positionen, die Berechnung von Material etc. auf. Anhand von Abrechnungsbeispielen für die einzelnen Indikationen werden auch die Unterschiede bei Kassen- und Privatabrechnung deutlich. Tipps und Tricks aus dem CEREC-Alltag bietet Dr. Andreas Kurbad. Er hat zahlreiche „nützliche, kleine Dinge“ zusammengetragen, mit denen die Arbeitsab-

läufe einfach und kostengünstig erleichtert werden. Hierzu gehören z. B. die richtigen Schleifkörper, Minimodelle oder eine spezielle Zementierungstabelle. Jeder Teilnehmer hat die Möglichkeit, zwei der Workshops zu besuchen.

Die Teilnahmegebühr für das CAD/CAM-Event 2008 beträgt für Zahnärzte und Zahntechniker inklusive der Abendveranstaltung am Freitag pro Person 490,00 Euro inkl. MwSt. Beide Tage sind auch separat für jeweils 350,00 Euro inkl. MwSt. buchbar. Wei-



Bereits beim Düsseldorfer CEREC-TAG 2007 erfreuten sich die Workshops großen Interesses.

tere Informationen sowie das Anmeldeformular sind auf www.cerrec-tag.de und über Tel.: 0 21 62/5 84 72 erhältlich. ◀

Leistungsfähiger CAD/CAM-Scanner

Viele Zahntechniker haben nach Jahren der manuellen Fertigung noch Schwierigkeiten mit dem Sprung in die digitale Welt. Die Umstellung, so fürchten sie, sei zu groß. Und die Technik noch nicht ausgereift. Bedenken, die BEGO Medical nun mit einem neuen Produkt zerstreuen will: Wie die Bremer Dentalpioniere bekanntgeben, haben sie in Kooperation mit 3Shape ein neues Scannerpaket auf den Markt gebracht. „Eines unserer zentralen Ziele war es immer, unsere Kunden mit der komfortabelsten und leistungsfähigsten Scanner-/Software-Kombination zu versorgen. 3Shape setzt bereits seit einiger Zeit den Standard im Bereich Scanner und Software, weshalb wir uns über die Kooperation auch sehr freuen“, erläutert Axel Klarmeyer, Geschäftsführer der BEGO Medical. „Mit dem Speedscan®/3Shape erreichen wir ein sehr hohes Maß an Benutzerfreundlichkeit, gepaart mit einem einzigartig großen Indikationsfeld.“ Daneben glänzen Scanner und Software mit einer ganzen Reihe von weiteren Features – etwa mit einer sehr hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit: Kappchen jeder Art lassen sich in weniger als einer Minute erstellen. Ähnliches gilt für Brücken mit bis zu 16 Gliedern, Vollkronen und kombinierte Restaurationen. Besonders praktisch – gerade

für die Einsteiger – dürfte auch die hohe Flexibilität des neuen Systems sein. Sämtliche Arbeitsschritte können rückgängig gemacht oder erneut durchgeführt werden. Eine gleichzeitige 2-D- und 3-D-Ansicht unterstützt darüber hinaus ein komfortables und intuitives Arbeiten. Allen Einsteigern und Umsteigern bietet BEGO Medical kostenlose Schulungen vor Ort an. Je nach Bedarf dürfen diese, so Klarmeyer, auch mehrere Tage in Anspruch nehmen. Für Anwender, die den bisherigen BEGO Speedscan benutzen, halten die Bremer ein besonderes Angebot parat: Sie können kostenlos auf das neue System umsteigen. Ein Mitarbeiter des Dentalunternehmens tauscht die Hard- und Software vor Ort aus.

besonderes Angebot parat: Sie können kostenlos auf das neue System umsteigen. Ein Mitarbeiter des Dentalunternehmens tauscht die Hard- und Software vor Ort aus.

BEGO Medical GmbH
Tel.: 04 21/20 28-1 78
www.bego-medical.de



Acht Malfarben für den Glanzbrand

Mit den acht Carat-Malfarben von Hager & Werken lassen sich verblüffend einfach natürlich schöne Oberflächen-Charakterisierungen nachgestalten. Die Malfarben in Pulverform sind in

Glastiegeln mit 3 g lieferbar und einzeln erhältlich. Die insgesamt acht Carat-Malfarben lassen sich untereinander mischen. Sie eignen sich für den zervikalen Bereich und zur Reproduktion al-



ler natürlichen Verfärbungseffekte, wie z. B. Tabak und Entkalkungsflecken sowie Schmelzrisse. Mit den Carat-Malfarben lassen sich auch Fissuren nuanciert gestalten – ganz gleich, ob eine dezente Einfärbung oder die Nachbildung extremer Ablagerungen nachvollzogen werden soll. Die Malfarben sollten zu einer dicken Paste angerührt werden, um ein Verlaufen zu verhindern und eine gleichmäßige Verteilung der Farbpigmente zu erreichen. Sie können mit der Carat-Modellierflüssigkeit E durch das Einlegen in den Dentinbrand eine perfekte Wiedergabe von Farbeffekten aus der Tiefe erzielen. Angerührt mit der Modellierflüssigkeit O – für besonderen Glanz – bewirken sie ein ganz besonderes Finish auf der Oberfläche. Carat-Malfarben lassen sich problemlos mit Glasurmasse zusammen auftragen und sind auch nach mehreren Bränden farbstabil.

Die Farbwerte sind vor und nach dem Brennen konstant. Durch das Mischen der Farben untereinander ergibt sich eine große Farbvielfalt. Die Brennwerte können allen bereits vorhandenen Carat-Brenntabellen entnommen werden. Weitere Informationen zur Carat-Metallkeramik und ihren Malfarben können angefordert werden bei:

Hager & Werken GmbH & Co. KG
Tel.: 02 03/9 92 69-0
www.hagerwerken.de

8. Keramik-Symposium – 29. November 2008

Parallel zur 22. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Implantologie (DGI) findet am 29. November von 8.00–14.00 Uhr im CongressCenter in Frankfurt am Main das 8. Keramik-Symposium der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde (AG Keramik)

zum Thema „Dentalkeramik – gute Qualität hat sich bewährt“ statt.

Alles rund um die Vollkeramik und Implantologie

Bekannte Referenten wie Prof. Kappert, Prof. Kunzelmann, Prof. Edelhoff, ZTM Brix, Dr. Binder (Forschungszentrum Karlsruhe), Dr. Zühr, Dr. Ackermann (DGI) und Dr. Reiss (CSA) werden zum aktuellen Stand der Vollkeramik und Implantologie Stellung beziehen, zudem wird auf dem Symposium auch der 8. For-

schungspreis Vollkeramik verliehen. Die Teilnahmegebühr beträgt 150 Euro, für Mitglieder der AG Keramik 90 Euro. Für die Teilnahme werden laut BZÄK 5 Fortbildungspunkte vergeben. Anmeldungen für das Keramik-Symposium werden per Fax unter 07 21/9 45 29 30 und per E-Mail unter info@ag-keramik.de entgegengenommen sowie unter:

AG Keramik
Tel.: 07 21/9 45 29 29
www.ag-keramik.de



Innovative Turbinenserie

Lightemittingdiodes basieren auf Halbleiterverbindungen, die den Strom direkt in Licht umwandeln. Das Ergebnis sind robuste, langlebige Lichtquellen, die sich kaum erwärmen und resistent gegen Erschütterungen sind. LED-Lampen verfügen über eine zehnmal höhere Lebensdauer als herkömmliche Lichtsysteme. Das neutrale weiße Licht zeigt die Zahnfarbe in Tageslicht-Qualität. Bei den neuen Synea Turbinen TA-97 C LED und TA-98 C LED ist es erstmals gelungen, diese LED-Technologie in zahnärztliche Instrumente zu integrieren. Mit der Synea TA-97 C LED präsentiert W&H eine komplett neue Turbinenlösung. Ihr kleiner Kopf mit innova-

tiver LED-Beleuchtung und neu entwickeltem Penta-Spray setzt einen neuen Standard. Der Zugang zum Behandlungsareal wird deutlich erleichtert, die Sichtverhältnisse werden extrem verbessert. Die Synea TA-97 C LED ist für Standard-Bohrerlängen von 16–21 mm geeignet.

Die neue Synea TA-98 C LED ist die perfekte Turbine für alle Fälle. Mit 20 Watt Leistung sorgt sie für optimale Kraftverhältnisse. LED-Technologie, Penta-Spray und neues Griffprofil bieten größtmöglichen Komfort. Die TA-98 ist für Bohrerlängen von 19–25 mm konzipiert. Die gesamte Synea Turbinenreihe ist sterilisierbar und thermodesinfizierbar. Synea Turbinen sind mit und ohne Licht und

selbstverständlich sowohl mit Roto Quick- als auch Multiflex-Anschluss erhältlich. W&H Roto Quick mit einfachem „Click & Pull“-System ist das perfekte Kupplungssystem für Synea Turbinen. Roto Quick ist aus besonders leichtem Material, sterilisierbar und mit 24 Monaten Garantiezeit erhältlich. Synea LED-Turbinen Aktion jetzt mit gratis Roto Quick-Kupplung.



W&H Deutschland GmbH
Tel.: 0 86 82/89 67-0
www.wh.com



Scan-Spray für CAD/CAM/CIM-Aufnahmen

Das METAL-POWDER der Firma R-dental ist ein innovatives Mattierungsspray für CAD/CAM/CIM-Aufnahmen, das sich durch eine einfache Handhabung

und eine genaueste Kantenauflösung auszeichnet. Zu der Spraydose à 50 ml gehören zwei flexible Sprühkanülen mit Vernebelungsdüsen. Diese begünstigen ein optimales Ausprühverhalten. Die Mattierung führt zu einem perfekten optischen Ausgleich der unter-

schiedlichen morphologischen Oberflächen von Dentin und Schmelz.

R-dental Dentalerzeugnisse GmbH
Tel.: 0 40/22 75 76 17
www.r-dental.com

Kostengünstiges CAD/CAM-System

Als eines der dentalen Highlights seit der IDS 2007 gilt das KaVo Everest BaseCamp. Dieses vollkommen neue 4-Achs-System ist die kostengünstige Alternative zu KaVo

Everest und wurde speziell für das produktionsorientierte Labor entwickelt, das eine sichere Investition in die CAD/CAM-Technologie mit

absehbarer Amortisationszeit und hoher Profitabilität anstrebt. Das im mittleren Preissegment positionierte Everest BaseCamp überzeugt durch KaVo-Qualität und hohe Wirtschaftlichkeit. Die Möglichkeit der Aufrüstung zum vollen 5-Achs-System bietet dem Anwender darüber hinaus eine langfristige Perspektive.

Everest BaseCamp erreicht durch den leistungsstarken Einsatz von Material-Ronden eine Produktivität von bis zu 50 Einheiten pro Tag (Käppchen oder Brückengerüste).

Die Materialvielfalt des CAD/CAM-Systems erstreckt sich von Zirkonoxid Soft über C-Temp (glasfaserverstärkter Kunststoff für Langzeitprovisorien) bis hin zu Titan.

Die hohe Datendichte und Panorama-Erfassung der bewährten Everest Scan-Technologie sorgt auch bei Base Camp für hohe Präzision und adäquate Passgenauigkeit.

KaVo Dental GmbH
Tel.: 0 73 51/56-15 99
www.kavo.com



Die Beiträge in dieser Rubrik basieren auf den Angaben der Hersteller und spiegeln nicht immer die Meinung der Redaktion wider.

IMPRESSUM

Verlagsanschrift

OEMUS MEDIA AG, Holbeinstraße 29, 04229 Leipzig, Tel.: 03 41/4 84 74-0, Fax: 03 41/4 84 74-1 90, kontakt@oemus-media.de

Redaktionsleitung Dipl.-Kff. Antje Isbaner Tel.: 03 41/4 84 74-1 20 a.isbaner@oemus-media.de
(V.i.S.d.P.)

Anzeigenleitung Stefan Thieme Tel.: 03 41/4 84 74-2 24 s.thieme@oemus-media.de

Grafik/Satz Susann Ziprian Tel.: 03 41/4 84 74-1 17 s.ziprian@oemus-media.de

Ein Supplement von



