

Vollkeramik von A bis Z für Praktiker

D. Edelhoff¹, Aachen, M. Kern, Wiesbaden

Dr. Daniel Edelhoff, Privatdozent am Universitätsklinikum der RWTH Aachen, Klinik für Zahnärztliche Prothetik, sprach im Karl-Häupl-Institut der Zahnärztekammer Nordrhein vor niedergelassenen Zahnärzten über Wissenswertes rund um die vollkeramische Restauration.

Ästhetisch erscheinende Zähne sind ein Türöffner für soziale Kontakte. Ein Lächeln signalisiert Selbstsicherheit und Wohlbefinden. Die Menschen verknüpfen heute damit weitestgehend Erwartungen an eine hohe Lebensqualität. Makellose Zähne, ein gewinnendes Lächeln stehen in den Vorstellungen für körperliche Gesundheit, für soziale Kompetenz und beruflichen Erfolg – das sind wichtige Wertmarken der modernen Gesellschaft. Zahnarzt und Zahntechniker müssen sich auf diese Anforderungen einstellen. Wir verfügen mittlerweile über Werkstoffe und Verfahren, die eine ästhetisch ausgezeichnete Zahnrestauration ermöglichen. Hierbei werden mit Vollkeramik die besten Ergebnisse erzielt. Dieser Werkstoff ist hinsichtlich der Lichtbrechung, Brillanz und Festigkeit der natürlichen Zahnhartsubstanz sehr ähnlich (Abb. 1). Die Lichtstrahlen, die in die Zahnoberfläche eintreten, werden durch die Lichtbrechung der Keramikschichten in das angrenzende Zahnfleisch weitergeleitet. Dadurch erhält die Gingiva wie bei den natürlichen Zähnen eine vitale, frisch-rosa Farbe – das Zahnfleisch sieht gesund aus. Der Unterschied zu dieser „rosa Ästhetik“ wird erkennbar im Vergleich mit metallgestützten Restaurationen, die diese Lichtdurchleitung blockieren.

■ Prärestaurativer Aufbau vitaler Zähne

Um das günstige Transluzenzverhalten vollkeramischer Restaurationen nicht zu beeinträchtigen und eine stabile unterstützende Struktur zu schaffen, sollten zum prärestaurativen Aufbau von Pfeilerzähnen ausschließlich zahnfarbene Materialien mit einem hohen Elastizitätsmodul verwendet werden. Der direkte Aufbau vitaler Zähne sollte daher mit hochgefüllten Kompositen der neuesten Generation unter Einsatz der Adhäsivtechnik vorgenommen werden. Diese weisen im Vergleich zu anderen zahnfarbenen, plastischen Aufbaumaterialien die günstigsten Werkstoffeigenschaften für diesen Einsatzbereich auf.

■ Wurzelstifte aus Keramik

Der zunehmende klinische Einsatz vollkeramischer Restaurationen mit hoher Transluzenz hat in den letzten Jahren die Anforderungen an die optischen Eigenschaften des Aufbausystems für endodontisch behandelte Zähne erheblich verändert. Wurzelstifte aus Metall sind nicht immer in der Lage, die Forderungen nach einer hohen Korrosionsbeständigkeit und Gewebeverträglichkeit zu erfüllen. Zudem wird vermehrt die fehlende Transluzenz metallischer Stiftaufbauten beklagt, die das Erscheinungsbild

¹ Dr. Daniel Edelhoff, Prothetikspezialist der DGZPW, erhielt in diesen Tagen die Lehrbefugnis mit der Habilitationsschrift „Vollkeramische Aufbau- und Restaurationsmaterialien – Ergebnisse werkstoffkundlicher und klinischer Untersuchungen“. Wir gratulieren herzlich.

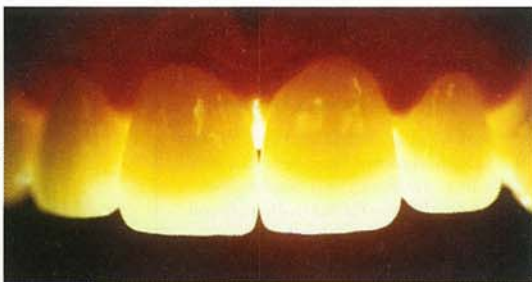


Abb. 1 Lichtdurchlass bei Vollkeramik – Durchlichtaufnahme von nachfolgend eingegliederten vollkeramischen Frontzahnkronen (12–22) aus Silikatkeramik.

vollkeramischer Kronen stark beeinträchtigen können und teilweise livide Verfärbungen der angrenzenden Gingiva hervorrufen. Vor diesem Hintergrund wurde in den letzten Jahren durch verschiedene Techniken versucht, die korrosiven Probleme und optischen Nachteile von Wurzelstiften aus Metall durch den Einsatz keramischer Materialien zu umgehen. Der klinische Einsatz wurde jedoch aufgrund der zu geringen Festigkeiten der bis dahin verfügbaren Keramiken stark eingeschränkt.

Mit der Einführung konfektionierte Wurzelstifte aus teilstabilisierter Zirkonoxid(ZrO_2)-Keramik (z. B. Cerapost oder Cosmopost) stehen metallfreie Stiftaufbausysteme mit viel versprechenden ästhetischen und werkstofflichen Eigenschaften zur Verfügung. Durch die Entwicklung einer speziellen Glaskeramik (Empress Cosmo), die als individueller Stumpfaufbau an konfektionierte Wurzelstifte aus ZrO_2 -Keramik angepresst werden kann, ist die Herstellung einteiliger, halbkonfektionierte Stiftaufbauten möglich geworden. Der Haupteinsatzbereich ist die Frontzahnregion des Oberkiefers. Eine Steigerung der Stifretention im Wurzelkanal sowie eine bessere Spannungsverteilung auf die umgebene Kanalwand kann durch eine adhäsive Befestigung erzielt werden. Für die adhäsive Befestigung eignen sich autopolymerisierende oder dualhärtende Dentinadhäsive und Befestigungskomposite. Rein lichthärtende Befestigungsmaterialien können angesichts der geringen Durchhärtungstiefe nicht zuverlässig auspolymerisiert werden.

Die direkte Technik mit einem individuellen Stumpfaufbau aus Komposit kann durchgeführt werden, wenn noch mindestens 30% intakte Zahnhartsubstanz koronal der Präparationsgrenze vorhanden ist. Die indirekte Technik sollte bei einem ausgeprägten Destruktionsgrad des Zahnes mit weniger als 30% an koronaler Zahnhartsubstanz gewählt werden. Ausschlaggebend für den klinischen

Langzeiterfolg ist die Umsetzung einer sog. Ferrule- oder Fassreifengestaltung. Damit wird die Präparation eines mindestens 2 mm breiten zirkulären Dentinsaumes apikal des Aufbaus angesprochen, deren gegenüberliegende Wände nahezu parallel sind und später von der definitiven Krone umfasst werden [9]. Als Kontraindikationen für den präprothetischen Aufbau mit vollkeramischen Wurzelstiften sind die mangelnde Umsetzbarkeit der Fassreifengestaltung, starke Parafunktionen, Tiefbiss, geringe Durchmesser der Wurzelkanalfüllung mit Durchmessern von weniger als ISO 40 sowie ein geringer Wurzeldurchmesser (z. B. Unterkiefer-Incisivi) anzusehen.

■ Weniger Substanzverlust

Ein grundsätzliches Prinzip für den Ersatz verloren gegangener Zahnhartsubstanz ist die Wiederherstellung von Funktion und Ästhetik bei einem minimalen Risiko für die beteiligten biologischen Strukturen. Oft ist noch das Vorurteil anzutreffen, dass vollkeramische Restaurationen eine sehr invasive Präparationsgestaltung erfordern. Dies war für die früher überwiegend verwendete keramische Jacketkrone und Kronen aus der ersten gussfähigen Glaskeramik zutreffend, für die ein hoher axialer Abtrag notwendig war, um eine ausreichende Festigkeit und Ästhetik zu erzielen. Neue In-vitro-Erkenntnisse und ein besserer Einblick in die Stressformation vollkeramischer Restaurationen haben jedoch in den letzten Jahren zu einer zurückhaltenden Präparationsweise geführt. Beim Einsatz moderner vollkeramischer Systeme ist die Abtragsrate für Vollkronen geringer einzustufen als jene für die klassische Präparation einer metallkeramischen Vollkrone.

Die Kombination von Keramik und Befestigungskomposit mit zahnähnlicher Transluzenz hat die klinische Anwendung der Adhäsivtechnik in den letzten Jahren stark vorangetrieben und eine Ära neuer restaurativer Behandlungsmöglichkeiten er-



Abb. 2 Präp-Modelle – Vergleich der Präparationsgestaltung am Beispiel eines mittleren Schneidezahnes des Unterkiefers. Für die links dargestellte Veneer-Präparation werden etwa 20% Hartsubstanz im Bereich der Zahnkrone abgetragen. Eine Präparation für die Aufnahme einer konventionellen VMK-Krone erfordert dagegen einen Substanzabtrag bis zu 70%.

Foto: Dr. Edelhoff/AG Keramik

schlossen. Der Erhalt von Zahnschmelz ist mittlerweile ein wesentlicher, die Präparation bestimmender Faktor für adhäsiv befestigte Restaurationen geworden. Vollkeramische Veneers ermöglichen in diesem Zusammenhang einen besonders schonenden Umgang mit gesunder Zahnhartsubstanz: Für die Aufnahme einer herkömmlichen, metallkeramischen Krone müssen über 70% der Hartsubstanz einer natürlichen Zahnkrone abgetragen werden. Der Substanzabtrag für ein Veneer beträgt dagegen je nach Präparationsgestaltung lediglich zwischen 7% und 30% (Abb. 2). Der erheblich reduzierte Abtrag hat wichtige Vorteile für den Patienten und den Zahnarzt. Die Behandlung verläuft weniger traumatisch, die Abformung ist einfacher, und die Anzahl postoperativer Komplikationen ist verringert. Zudem wird die Lebenserwartung der restaurierten Zähne erhöht. Einwände, dass diese Technik einen noch zu experimentellen Charakter hat, haben heute keinen Bestand mehr. Zahlreiche klinische Studien mit Beobachtungszeiträumen bis zu 15 Jahren belegen, dass keramische Veneers bei korrekter Anwendung sich über diesen Zeitraum sehr zuverlässig bewährt haben (Abb. 3). Deshalb hat auch die DGZMK (2001) dem vollkeramischen Veneer ihre wissenschaftliche Anerkennung gegeben [8].



Abb. 3 Veneer-Technik – Mit Veneers aus Silikatkeramik können gleichzeitig Farb- und Formkorrekturen vorgenommen werden. Die mehrjährigen Beobachtungsdaten über das klinische Langzeitverhalten zeigen eine sehr geringe Misserfolgsrate.

■ **Genauer präparieren**

Das Hohlkehldesign hat sich als eine einfach umzusetzende, schonende und wenig traumatisierende Präparationsform für die Vollkronentechnik bewährt und scheint sich hinsichtlich der Dauerhaltbarkeit der Kronen nicht negativ auszuwirken, wenn die geforderten Mindestschichtstärken der verwendeten Vollkeramik beachtet werden. Für die meisten modernen vollkeramischen Kronensysteme sollte eine marginale Präparationstiefe von 1 mm angelegt werden, mit einem zirkulären Abtrag von 1,5 mm sowie einer inzisalen bzw. okklusalen Reduktion der klinischen Zahnkrone von etwa 2 mm. Bei der Präparation von Seitenzahnkronen ist insbesondere darauf zu achten, durch einen maximalen Konvergenzwinkel der zirkulären Stumpfkontur von 6–10° ein möglichst großes „okklusales Plateau“ (Okklusalfäche des Zahnstumpfes) als unterstützende Fläche zu schaffen. Scharfkantige Übergänge und die Präparation filigraner Abschrägungen sind zu vermeiden, weil dadurch schädliche Zugspannungen in der vollkeramischen Restauration ausgelöst werden können.

Vor der Präparation der Pfeilerzähne für vollkeramische Brücken muss vor allem auf die Realisierbarkeit einer ausreichenden Gerüstdimensionierung geachtet werden. Für Brücken auf der Basis von hochfester Lithiumdisilicat-Glaskeramik sind Verbinderquerschnitte von etwa 12 mm² für den Front- und von

16–20 mm² für den Prämolarenbereich anzustreben. Für Brückengerüste aus Zirkonoxidkeramik scheinen Verbinderquerschnitte von mindestens 9 mm² auszureichen. Eine entsprechende vertikale Höhe der Pfeilerzähne ist eine der wesentlichen Grundvoraussetzungen. Eine Zunahme der vertikalen Dimensionierung des Verbinders zum Brückenkörper trägt mit der 3. Potenz zur Stabilität bei, während eine horizontale Ausdehnung nur einen linearen Einfluss besitzt. Die Verblendkeramik ist nicht in die Sollmasse der Verbinder einzubeziehen, weil ihr Beitrag zur Gesamtstabilität der Restauration vernachlässigbar gering ist.

Grundsätzlich verlangen vollkeramische Restaurationen einen höheren Zeitaufwand für die Präparation. Dies gilt insbesondere, wenn für die labortechnische Fertigung der Gerüste die CAD/CAM-Technik eingesetzt wird. Konnte bei der konventionellen VMK-Technik der Zahntechniker noch Korrekturen am Metallgerüst vornehmen, erfordert ein unzureichend passendes vollkeramisches Gerüst eine komplette Neuanfertigung. Scanner müssen die Präparationsgrenze deutlich abtasten und vermessen können, da die Maschine nicht auf die Erfahrungswerte des Zahntechnikers zurückgreifen kann.

■ **Erhaltung der „rosa Ästhetik“**

Klinisch ist die schonende Behandlung des Weichgewebes während der Präparation, Abformung und Eingliederung der Restauration von besonderer Bedeutung. Um ein ansprechendes Erscheinungsbild des die Restauration umgebenden Zahnfleisches zu erhalten und proximale Lücken zwischen den restaurierten Zähnen (sog. black wholes) zu vermeiden, sind gewisse Richtlinien bei der Positionierung des Restaurationsrandes und der Gestaltung der Restauration einzuhalten. Diese umfassen vor allem die Beachtung der biologischen Breite, eine dem Alveolarknochenverlauf angepasste Präparationsgrenze so-

wie eine korrekte Positionierung des interproximalen Kontaktpunktes, maximal 5 mm koronal vom Limbus alveolaris [12]. Gegebenfalls kann die interdental Papille durch eine konvexe Gestaltung der approximalen Anteile der Restauration unterstützt werden („half pontic design“).

Die Tatsache, dass sich adhäsiv befestigte vollkeramische Restaurationen von der natürlichen Zahnhartsubstanz nicht unterscheiden, erleichtert zudem die Umsetzung einer nahezu unsichtbaren Befestigungsfuge mit der Option einer supra- oder equigingivalen Präparationslage. Konventionelle metallkeramische Kronenränder müssen dagegen stets im Sulkus „vergraben“ werden, um den dunklen Metallrand zu verbergen. Diese dunklen Ränder werden zumeist schon nach kurzer Zeit infolge einer Gingivaatrophie freigelegt und können zu nicht tolerierbaren ästhetischen Einbußen führen. In einer retrospektiven klinischen Studie erwies sich diese Erscheinung als eine wesentliche Misserfolgsursache, die zum Austausch metallkeramischer Restaurationen in ästhetisch relevanten Kieferbereichen führte.

■ **Gestaltung des Brückenzwischengliedes**

Mit den wichtigen Errungenschaften in der weißen Ästhetik hat sich ebenso das Anforderungsprofil an die „rosa Ästhetik“ des angrenzenden Weichgewebes verändert. Dies betrifft vor allem den Frontzahnbereich des Oberkiefers. Die Gestaltung eines Brückenzwischengliedes wird in dieser Region in erster Linie von ästhetischen Gesichtspunkten beeinflusst. Die nach einem Zahnverlust auftretenden lokalen Alveolarkammdefekte erschweren zumeist die Umsetzung einer in dieser Hinsicht perfekten Rekonstruktion. In den letzten Jahren sind zahlreiche Behandlungstechniken beschrieben worden, die dieses Problem durch eine modifizierte, ovalförmige Ausformung des Brückenzwischengliedes („ovate pontic“), zum Teil in

Kombination mit einer chirurgischen Vorbehandlung („site development“), zu lösen versuchten. Dies schließt eine umfassende Vorbehandlungsphase unter Einsatz eines Langzeitprovisoriums zur Konditionierung des Weichgewebes ein („site conditioning“). Auf diese Weise kann ein Weichgewebslager für das Brückenwischenglied geschaffen werden, das sog. „Pseudopapillen“ aufweist. Diese Ausformung des Weichgewebes in Verbindung mit einem „ovate pontic“ vermittelt den Eindruck, das der ersetzte Zahn direkt aus dem zahnlosen Kieferabschnitt heraustritt (Abb. 4). Die Tragephase des Langzeitprovisoriums sollte mindestens 6–12 Monate dauern. In dieser Zeit sollte die Feinabstimmung nach funktionellen und ästhetischen Gesichtspunkten an dem Provisorium abgeschlossen sein, um diese schließlich auf die definitive Restauration übertragen zu können.

■ Adhäsiv oder konventionell befestigen

Vollkeramische Restaurationen sollten im Gegensatz zu metallgestützten Versorgungsmitteln keine primäre Friktion aufweisen, da diese rissauslösende Zugspannungen hervorrufen würde. Die fehlende primäre Friktion vollkeramischer Versorgungsmittel ist daher gemeinhin durch ein geeignetes Befestigungsverfahren zu kompensieren. Für die Mehrzahl vollkeramischer Versorgungsmittel stellt die adhäsive Befestigung einen elementaren Bestandteil des technischen Behandlungsablaufes dar, der weitestgehend die Präparationsgestaltung, das ästhetische Erscheinungsbild und die Dauerbelastbarkeit der Restauration bestimmt. Insbesondere zahn-schmelzerhaltende Einzelzahnrestaurationen wie vollkeramische Veneers werden aus weniger festen Silikatkeramiken mit optisch hervorragenden Eigenfestigkeit angefertigt und weisen keinerlei primäre Friktion auf. Die zum Teil nur 0,5 mm dünnen Restaurationen sind fragil



Abb. 4 Dreigliedrige Brücke – Ästhetische Gestaltung des Brückenwischengliedes („ovate pontic“). Durch die Konditionierung des Weichgewebes im Auflagebereich des oval gestalteten Brückenwischengliedes sind sog. Pseudopapillen geschaffen worden.

und erhalten erst durch die adhäsive Befestigung die gewünschten optischen Eigenschaften sowie die erforderliche Eigenstabilität. Der zuverlässige und dauerhafte Verbund wird durch die spezifische Adhäsion des Befestigungskomposits an der Keramik und die mikromechanische Retention am Zahnschmelz erreicht. Aufgrund der optischen Wechselwirkungen mit der natürlichen Zahnhartsubstanz erreichen vollkeramische Veneers eine unübertroffene Ästhetik. Adhäsive Befestigungsverfahren sind in ähnlicher Weise eng mit vollkeramischen Inlay-, Onlay- oder Teilkronenrestaurationen verknüpft, die eine im Zahnschmelz angelegte Präparationsgrenze aufweisen sollten. Dies gilt auch, wenn diese als Brückenanker eingesetzt werden. Aufgrund der hohen Sensibilität gegenüber Feuchtigkeitseinflüssen ist während der adhäsiven Eingliederung eine absolute Trockenlegung mittels Kofferdam empfehlenswert.

Wird wie bei der konventionellen Präparation für Vollkronen überwiegend Dentin freigelegt, kann nicht immer mit einem dauerhaft zuverlässigen adhäsiven Verbund gerechnet werden. Zudem ist eine absolute Trockenlegung mittels Kofferdam infolge der in der Mehrzahl unvermeidbaren intrasulkulären Präparationslage nicht durchführbar. Damit stellt sich beim Einsatz vollkeramischer Kronen und Brücken die Frage nach dem geeigneten Befestigungsverfahren. Grundsätzlich erlauben die hohe Biegefestigkeit und die gute Passung hartkernunterstützter Vollkeramik-

systeme die Befestigung mit konventionellen Zementen auf der Basis makromechanischer Retention. Zur Evaluierung der Befestigungsmethode für die Kronen- und Brückentechnik sollten daher bestimmte Richtlinien beachtet werden. Eine adhäsive Befestigung sollte erfolgen, wenn bei entsprechender Lage des Präparationsrandes (z. B. supragingival) eine absolute Trockenlegung mittels Kofferdam möglich ist. Bei kurzen klinischen Kronen sollte angesichts des hohen Risikos eines Retentionsverlustes infolge kleiner Anbindungsflächen sowie aus ästhetischen Gründen die Adhäsivtechnik bevorzugt werden. In Ausnahmefällen kann während der Befestigungsphase auf eine relative Trockenlegung und das Legen eines ungetränkten Retraktionsfadens ausgewichen werden.

Bei Allergien gegen Inhaltsstoffe adhäsiver Befestigungsmaterialien, bei suboptimalem parodontalem Zustand und in Kieferregionen mit unübersichtlichem Arbeitsfeld ist die konventionelle Befestigung, z. B. mit Glasionomere-Zement, vorzuziehen. Um einem Retentionsverlust der Restauration vorzubeugen, sind die Präparation nur leicht konischer Stumpfflächen (6–10° Konvergenzwinkel) sowie die eher lange klinische Krone mit einer großen Anbindungsfläche die Grundvoraussetzungen für das Zementieren.

■ Die Qual der Wahl

Nun erhebt sich die Frage nach der idealen Keramik für das jeweilige Einsatzgebiet.

Das Erscheinungsbild und der klinische Langzeiterfolg vollkeramischer Restaurationen werden von vielen Einzelfaktoren bestimmt. Dazu gehören im Wesentlichen die klinische Belastungssituation, die Zahnmorphologie, die Gerüstdimensionierung, das Befestigungsverfahren, das Ausmaß der Dentinexposition. Alle diese Faktoren brauchen ihre qualifizierte Antwort in der werkstofflichen Auswahl einer geeigneten Keramik, um die ästhetischen und funktionellen Anforderungen an die Restauration dauerhaft erfüllen zu können. So wie kein Sportler herausragende Fähigkeiten für alle Disziplinen besitzt, so ist ein abgestuftes Sortiment von Vollkeramiken erforderlich, um ästhetische und gleichzeitig klinisch langlebige Restaurationen zu schaffen.

Welcher Keramiktyp ist nun für die verschiedenen Indikationen geeignet? Silikatkeramiken (z. B. Presskeramik) sind für adhäsiv befestigte Einzelzahnrestaurationen, wie Veneers, Inlays, Onlays und Teilkronen, ausreichend, da sie über schmelzähnliche, physikalische Eigenschaften verfügen. Erst durch die adhäsive Anbindung an den Zahnschmelz erhalten diese Restaurationen die erforderliche Festigkeit und Retention.

Auch für Vollkronen im Bereich der ästhetischen Zone (Frontzahn- und Prämolarenregion) reichen die Festigkeitseigenschaften der Silikatkeramik gemeinhin aus. In Zweifelsfällen sollte der Einsatz hartkernunterstützter vollkeramischer Kronen erwogen werden. In kaufunktionell stark belasteten Kieferregionen – ab dem ersten Molaren – bieten generell hartkernunterstützte vollkeramische Kronen eine größere Sicherheit, da sie über höhere Festigkeitsreserven verfügen. Die schlechteren optischen Eigenschaften der Gerüstkeramik werden durch eine Verblendung mit einer Sinter-Glaskeramik ausgeglichen.

Die technischen Konstruktionsprinzipien und materialspezifischen Anforderungen für Brückenrestaura-

tionen unterscheiden sich aufgrund der mechanischen Belastungsverteilung wesentlich von denen für Einzelzahnrestaurationen. Dies definiert ein hohes Anforderungsprofil für die Auswahl einer geeigneten Gerüstkeramik. Nur wenige Dentalkeramiken mit einer ausreichend hohen Dauerbelastbarkeit stehen bislang für diesen Einsatzbereich zur Verfügung. Gerüste für dreigliedrige Brücken können in der Frontzahnregion bei strenger Indikationsstellung entweder aus hochfestem Lithiumdisilikat (Empress 2) oder aus lanthanglasinfiltrierter Oxidkeramik (In-Ceram Alumina oder Zirconia) hergestellt werden. Aufgrund der höheren Kaukräfte sollten im Seitenzahnbereich und in Fällen, in denen eine überdurchschnittlich hohe Belastung zu erwarten ist oder größere Brückenspannen erforderlich werden, Gerüste aus Zirkonoxidkeramik Verwendung finden. Über die Eignung dieses extrem festen, verwindungssteifen Gerüstwerkstoffs für weitspannige Brücken über 2 Quadranten wird noch diskutiert.

CAD/CAM gibt neue Perspektiven

Aufgrund der glasfreien, spezifischen Mikrostruktur und der extrem hohen Härte ist die zahntechnische Herstellung von Gerüsten aus dicht gesinterter, hochreiner Aluminiumoxidkeramik und teilstabilerter Zirkonoxidkeramik im Vergleich zu silikatkeramischen Systemen sehr viel aufwändiger. Die Anfertigung individueller Bauteile aus hochfesten Oxidkeramiken erfolgt zurzeit fast ausschließlich mit maschinellen Verfahren. Eines der ersten auf den Markt eingeführten CAD/CAM-Systeme wurde zunächst für die Bearbeitung von Titan entwickelt (DCS). Mittlerweile befinden sich zahlreiche CAD/CAM-Systeme auf dem Markt, die vornehmlich für die Verarbeitung von Zirkonoxidkeramik konzipiert wurden. Zur Bearbeitung von teilstabilerter Zirkonoxidkeramik werden verschiedene Wege

begangen. Beim DCS- und Digident-System werden z. B. die Restaurationen substraktiv durch Ausschleifen von dichtgesinterten Zirkonoxidkeramikblöcken hergestellt. Diese Bearbeitung ist jedoch aufgrund der extremen Härte sehr zeit- und werkzeugintensiv. Zudem werden bearbeitungsbedingte Randzonenschädigungen der Mikrostruktur der Keramik diskutiert.

Um die Bearbeitungszeiten und den Werkzeugverschleiß zu reduzieren, nutzen einige Systeme, wie z. B. das Cercon- und Lava-System (Abb. 5 und 6), wesentlich leichter zu bearbeitende, teilgesinterte Zirkonoxidkeramikblöcke für den Fräsvorgang. Diese kreideartige Vorstufe liegt im sog. Grünzustand vor und wird nach dem endgültigen Formfräsen durch eine mehrstündige Sinterung in einem Hochtemperaturofen in das Endprodukt überführt. Der Sintervorgang ist mit einer Schrumpfung des gefrästen Bauteiles verbunden, die – ähnlich wie bei der Procera AllCeram-Technik – vor der maschinellen Bearbeitung des Grünkörpers rechnerisch berücksichtigt werden muss.

Mit der Einführung industriell vorgefertigter Bauteile aus dicht gesinteter, hochreiner Aluminiumoxidkeramik und teilstabilerter Zirkonoxidkeramik sind heute extrem belastbare Hochleistungskeramiken für die restaurative Zahnheilkunde verfügbar, deren Einsatzgebiet in den letzten Jahren stetig erweitert wurde. So werden schon Implantatbrücken, Implantat-Abutments, Suprastrukturen und Primärteile für Teleskopkronen mit dünnen Wandstärken gefertigt. Klinische Aussagen über die Langzeitbewährung dieser innovativen Restaurationsverfahren liegen noch nicht vor. Die bislang bekannten Zwischenberichte sind jedoch viel versprechend.

Klinische Bewährung der Vollkeramik

Restaurationen aus Vollkeramik werden schon seit vielen Jahren welt-

weit in kontrollierten klinischen Studien bewertet. Dabei hat sich gezeigt, dass durch einen differenzierten Einsatz der verfügbaren vollkeramischen Systeme ein bemerkenswerter klinischer Langzeiterfolg zu erzielen ist. Adhäsiv eingegliederte Einlagefüllungen aus Silikatkeramik zeigten nach 12 Jahren eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 90% [7]. Hierbei hatte die Größe der Füllung keine Auswirkung auf das Ergebnis. Auch adhäsiv eingegliederte silikatkeramische Veneers zeigten in verschiedenen klinischen Studien mit Beobachtungszeiträumen bis zu 10 Jahren eine Überlebensrate von deutlich mehr als 90% [1, 5, 10, 13].

Für Kronen aus Silikatkeramik (Empress) konnte nach einer durchschnittlichen klinischen Beobachtungsdauer von etwa 4 Jahren eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 98% errechnet werden [3]. Kronen aus infiltrierter Aluminiumoxidkeramik (In-Ceram Alumina) zeigten nach annähernd 6-jähriger klinischer Beobachtungsdauer keine nennenswerten Misserfolge, obgleich die Befestigung ausschließlich konventionell erfolgte [6]. Ähnlich positive klinische Ergebnisse erzielten vollkeramische Kronen aus dichtgesteinter, hochreiner Aluminiumoxidkeramik (Procera AllCeram) mit einer kumulativen Überlebensrate von 93,5% nach 10 Jahren [4].

Dreigliedrige Brücken mit einem Gerüst aus hochfestem Lithiumdisilikat (Empress 2) wiesen nach 3-jähriger klinischer Beobachtungsdauer keine absoluten Misserfolge auf, wenn diese im Frontzahn- und Prämolarenbereich eingegliedert und die vom Hersteller vorgegebenen Richtlinien streng eingehalten wurden [2]. Als relative Misserfolge traten jedoch vermehrt Abplatzungen der korrespondierenden Verblendkeramik auf. Erste klinische Erfahrungen mit Brückengerüsten aus Zirkonoxidkeramik im Seitenzahnbereich über einen Zeitraum von 3 Jahren sind ebenfalls viel versprechend (11).



Abb. 5 Brückengerüst im Molarenbereich – Einprobe eines CAD/CAM-gefrästen Brückengerüsts aus Zirkonoxidkeramik (Lava/ 3M Espe). Bei korrekter Beachtung der Präparationsrichtlinien weisen CAD/CAM-gefertigte Brückengerüste eine bemerkenswerte Passgenauigkeit auf.



Abb. 6 Lava-Brücke in situ – Eingliederung der fertiggestellten vollkeramischen CAD/CAM-Brücke. Das Gerüst wurde mit Silikataufbrennkeramik verblendet, die ähnliche optische und mechanische Eigenschaften hat (z. B. Härtegrad) wie der natürliche Zahnschmelz. Aufgrund der überragenden Festigkeit des Zirkonoxidgerüsts erfolgte die Eingliederung mit einem konventionellen Gasionomerzement.

Foto: Dr. Edelhoff/AG Keramik

Literatur

¹ Dumfahrt H, Schäffer H. Porcelain veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part II – clinical results. *Int J Prosthodont* 2000; 13: 9–18

² Edelhoff D, Brauner J, Spiekermann H, Yildirim M. Two-year clinical evaluation of crowns and bridges made of IPS Empress 2. *J Dent Res* 2002; 81: A-325, Abstract-Nr. 2584

³ Edelhoff D, Horstkemper Th, Richter E-J, Spiekermann H, Yildirim M. Adhäsiv und konventionell befestigte Empress1-Kronen – Klinische Befunde nach vierjähriger Liegedauer. *Dtsch Zahnärztl Z* 2000; 55: 326–330

⁴ Odman P, Andersson B. Procera AllCeram crowns followed for 5 to 10.5 years: A prospective clinical study. *Int J Prosthodont* 2001; 14: 504–509

⁵ Peumans M, van Meerbeek B, Lambrechts P, Vuylsteke-Wauters M, Vanherle G. Five-year clinical performance of porcelain veneers. *Quintessenz Int* 1998; 29: 211–221

⁶ Pröbster L. Four year clinical study of glass-infiltrated, sintered alumina crowns. *J Oral Rehab* 1996; 23: 147–151

⁷ Reiss B, Walther W. Clinical long-term results and 10-year Kaplan-Meier analysis of Cerec restorations. *J Computerized Dent* 2000; 3: 9–23

⁸ Schmalz G, Geurtsen W. Keramik-Inlays und -Veneers. *Wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK*, Stand 2/2001

⁹ Sorensen JA, Engelmann MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1990; 63: 529–536

¹⁰ Strassler HE, Weiner S. Seven to ten year clinical evaluation of etched porcelain veneers. *IADR Abstract* 1316. *J Dent Res* 1995; 74: 176

¹¹ Sturzenegger B, Feher A, Lüthy H et al. Klinische Studie von Zirkonoxidbrücken im Seitenzahngebiet hergestellt mit dem DCM-Verfahren. *Acta Med Dent Helv* 2000; 5: 131–139

¹² Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol* 1992; 63: 995–996

¹³ Van Gogswaardt DC, Van Thoor W, Lampert F. Clinical assessment of adhesively placed ceramic veneers after 9 years. *IADR Abstract* 1178. *J Dent Res* 1998; 77: 779

Korrespondenzadresse

PD Dr. Daniel Edelhoff, Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Aachen, Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen
 Manfred Kern, Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e. V., Postfach 100137, 76255 Ettlingen
 Kontakt: kern.ag-keramik@t-online.de