Zirkonoxidverstärkte Silikatkeramik in der Anwendung

Autoren_Priv.-Doz. Dr. med. dent. Sven Rinke, M.Sc., M.Sc., Dr. Sabine Schäfer

Mit der Entwicklung der sog. zirkonoxidverstärkten Silikatkeramiken (ZLS) steht eine hochfeste Glaskeramikvariante zur Verfügung, die für die CAD/CAM-Bearbeitung optimiert wurde und neben guten Schleif- und Poliereigenschaften auch gute lichtoptische Eigenschaften bietet. Erste klinische Erfahrungen zeigen, dass mit diesen Materialien in der Chairside-Anwendung sehr gute ästhetische Ergebnisse erreicht werden können, was im Wesentlichen auf die guten lichtoptischen Eigenschaften des Werkstoffs zurückzuführen ist.

_**Vollkeramische Restaurationen** sind heute ein integraler Bestandteil im restaurativen Behandlungskonzept. Die klinisch abgesicherten Indikationen reichen dabei vom vollkeramischen Inlay über Teilkronen und Veneers bis zur Einzelkrone oder Brücke im Front- und Seitenzahnbereich. Diese vielfältigen Einsatzmöglichkeiten bedingen die Anwendung verschiedener, auf die jeweilige Indikation optimierter Werkstoffe. Hier gilt es, immer eine ausreichend hohe Festigkeit mit einer indikationsgerechten Lichtdurchlässigkeit zu kombinieren. Oxidkeramiken, insbesondere Yttrium-teilstabilisierte Zirkonoxidkeramiken, werden aufgrund ihrer hohen Festigkeit bevorzugt als Gerüstwerkstoffe für hochbelastete Restaurationen wie z.B. Brücken oder Implantatabutments eingesetzt. Im Bereich der Glaskeramiken haben sich leuzitverstärkte Keramiken für die Anwendung bei Inlays und Onlays klinisch bewährt. Aufgrund ihrer limitierten Festigkeit von ca. 120 MPa zeigten sich jedoch bei Teilkronen und Kronen aus diesem Werkstoff insbesondere beim Einsatz im Molarenbereich höhere Fehlerquoten (Abb. 1).

Mit der Einführung der Lithiumdisilikatkeramiken (IPS e.max, IvoclarVivadent, Schaan/Liechtenstein) konnten Festigkeitswerte von 350–400 MPa erreicht werden, die zu einer Verbesserung der klinischen Ergebnisse führten. Klinische Untersuchungen mit Beobachtungszeiten von bis zu acht Jahren zeigen, dass mit diesen Materialien auch Einzelkronen und Teilkronen mit einer hohen Erfolgswahrscheinlichkeit gefertigt werden können. Aus diesen Ergebnissen kann gefolgert werden, dass mit einer Festigkeit im Bereich von 350–400 MPa eine ausreichende Dauerbelastbarkeit auch bei adhäsiv befestigten vollkeramischen Teilkronen und Kronen erreicht werden kann. So ist dieser Festigkeitsbereich heute auch als Voraussetzung für die Indikationsfreigabe neuer Materialien in diesem Bereich zu fordern. Bislang konnten diese Festigkeiten in der Gruppe der Glaskeramiken jedoch ausschließlich von den Lithiumdisilikatkeramiken erreicht werden.

Abb. 1_ Fraktur einer keramischen Teilkrone aus einer leuzitverstärkten Glaskeramik (Empress 1) nach einer Tragedauer von sieben Jahren.

_Zirkonoxidverstärkte Silikatkeramiken – eine neue Materialgruppe

Eine kürzlich vorgestellte neue Materialgruppe, die diese Festigkeitsanforderungen ebenso erfüllt, sind die sog. zirkonoxidverstärkten Lithiumsilikatkeramiken (ZLS). Die zirkonoxidverstärkten Silikatkeramiken wurden in einer Industriekooperation der VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, und der DeguDent GmbH, Hanau, zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Silikatforschung entwickelt. Ziel dieser

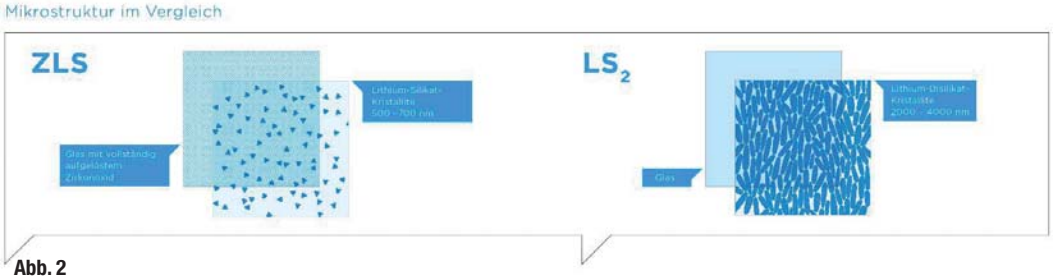

Abb. 2

Abb. 2_ Schematische Darstellung des unterschiedlichen Gefügeaufbaus von zirkonoxidverstärkten (ZLS) und Lithiumdisilikatkeramiken. (LS_2)

Entwicklung war es, Materialien zu entwickeln, die einerseits eine ausreichend hohe Festigkeit im Bereich von 370–420 MPa aufweisen. Andererseits sollten diese Materialien speziell für die CAD/CAM-Bearbeitung optimiert werden. Die ZLS-Keramiken zeigten in unterschiedlichen In-vitro-Untersuchungen während der Entwicklungsphase eine mittlere 3-Punkt-Biegefestigkeit von 420 MPa, ein Weibull-Modul von 8,9 sowie ein Elastizitätsmodul von 70 GPa. Abrasionsuntersuchungen an der Universität Regensburg zeigten zudem, dass die Abrasivität der ZLS-Keramiken vergleichbar mit den seit Jahrzehnten im klinischen Einsatz befindlichen Feldspatkeramiken ist (VITA MK II, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen). Die Markteinführung dieser Materialgruppe wird trotz der positiven Ergebnisse aus den Laboruntersuchungen zusätzlich durch begleitende universitäts- und praxisbasierte Untersuchungen abgesichert. Da das Material insbesondere für die CAD/CAM-Verarbeitung optimiert werden sollte, sind aber auch die Parameter der maschinellen Bearbeitung von zentraler Bedeutung. Insbesondere bei der Chairside-Verarbeitung sind dabei kurze Prozesszeiten, aber auch eine gute extra- und intraorale Polierbarkeit wichtig. Zudem muss für eine Chairside-Anwendung eine optimale, dem natürlichen Vorbild entsprechende Lichtleitung erreicht werden, um eine gute farbliche Anpassung an die natürliche Zahnhartsubstanz zu erreichen. Für die laborseitige Verarbeitung muss zudem die Möglichkeit der erweiterten Individualisierung und Charakterisierung durch entsprechende Malfarben und Keramikmassen gegeben sein.

Dieses breit gefächerte Anforderungsprofil wurde durch die Kombination der positiven Eigenschaften von Zirkonoxid und Glaskeramik erreicht. Durch einen Anteil von 10 % fein dispers verteiltem Zirkonoxid entsteht bei dieser Glaskeramik nach der Kristallisation ein sehr homogenes Gefüge mit einer durchschnittlichen Korngröße von ca. 0,5 µm. Die ausgebildeten Kristallite sind vier- bis achtmal kleiner als Lithiumdisilikatkristallite (Abb. 2–3b).

Das Resultat ist eine sehr feine Mikrostruktur, die eine hohe mittlere Biegefestigkeit bei gleichzeitig hohem Glasanteil ermöglicht. Dies ist die Grundlage für die außergewöhnlichen optischen Eigenschaften der ZLS-Materialien. Die Lithiumsilikatkristallite von ZLS-Keramiken mit einer Größe von 500–700 nm entsprechen dem Wellenbereich des natürlichen Lichts, der für die Opaleszenz verantwortlich ist. Das Verhalten von ZLS-Keramiken bei unterschiedlichen Beleuchtungssituationen (Auflicht/Durchlicht) entspricht damit weitgehend dem natürlichen Zahnschmelz.

Die Kombination kleinerer Silikatkristalle und amorph in der Glasphase gelöstem Zirkonoxid hat bei den ZLS-Keramiken eine höhere Glasphase im Vergleich zu den bekannten Lithiumdisilikatkeramiken zur Folge. Durch die feinen Kristallite und den hohen Glasanteil der Mikrostruktur kann die Fluoreszenz aus der Tiefe wirken und die Intensität gut eingestellt werden. Die hohe Lichtleitfähigkeit und Farbadaption bewirken im Zusammenspiel mit dem natürlichen Restzahnbestand und der ausgeprägten Opaleszenz den hohen Chamäleoneffekt. Ferner sorgt die homogene Struktur der Keramik für eine gute Schleif- und Polierbarkeit, auch im final kristallisierten Zustand. Entsprechend sind diese Materialien insbesondere für die CAD/CAM-Bearbeitung geeignet.

Die ZLS-Keramiken werden von den an der Entwicklung beteiligten Industrieunternehmen unter den Produktnamen SUPRINITY (VITA Zahnfabrik) und CELTRA (DeguDent) für die Chair- und Labside-CAD/CAM-Bearbeitung vertrieben.

Bei der ZLS-Variante CELTRA DUO (DENTSPLY DeTrey, Konstanz), die mit dem CEREC-System verarbeitet werden kann, handelt es sich um eine final kristallisierte Keramik. In der Softwareversion 4.2 ist diese Materialoption verfügbar. Die CAM-Bearbeitung ist dabei vergleichbar mit den bekannten final kristallisierten Feldspat- oder leuzitverstärkten Glaskeramiken. Eine Besonderheit des Werkstoffes liegt jedoch darin, dass seine Endfestigkeit über die

Abb. 3a und 3b_ REM-Darstellung des unterschiedlichen Gefügeaufbaus von zirkonoxidverstärkten Silikatkeramiken und Lithiumdisilikatkeramiken.

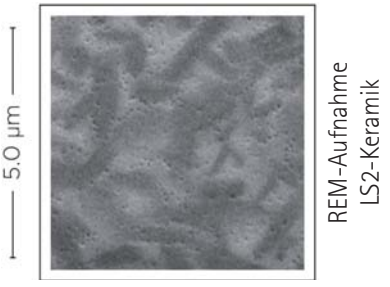

Abb. 3a

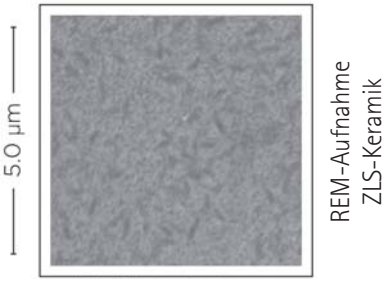

Abb. 3b

Abb. 4

Abb. 5

Abb. 4_ Ausgangssituation mit insuffizienten Kompositrestaurationen bei 26,27.

Abb. 5_ Präparation für ein Keramikonlay an 26, aufgrund der reduzierten Restzahnsubstanzstärke war eine selektive Höckerüberkuppelung disto-vestibulär erforderlich.

Finalisierung gesteuert werden kann. Die Finalisierung kann einmal durch eine einfache Politur erfolgen, danach beträgt die Festigkeit ca. 210 MPa, oder aber es wird ein Glasurbrand durchgeführt, was zu einer Endfestigkeit von ca. 370 MPa führt. Bei der ersten Option wird das gefräste Werkstück nach dem Schleifprozess, der Ausarbeitung und der Politur direkt zementiert. Durch die maschinelle Bearbeitung der Keramik wird die Ursprungsfestigkeit zwar auf ca. 210 MPa reduziert, diese Festigkeit ist jedoch ausreichend für die Anwendung bei Inlays und Onlays. Dieser Verarbeitungsweg ist insbesondere für eine Chairside-Anwendung geeignet, da das finale Werkstück bereits nach einer Fräszeit von 10 bis 14 Minuten zur Verfügung steht. Vergleichbare Prozesszeiten konnten bislang nur mit Feldspatkeramiken (VITA MK II, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen) oder leuzitverstärkten Glaskeramiken (IPS Empress, Ivoclar Vivadent, Schaan/Liechtenstein) erreicht werden. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei diesen Keramiken lediglich Festigkeiten von 100–150 MPA erreicht werden. Der Vorteil dieser Verarbeitungsoption liegt also in der Kombination kurzer Prozesszeiten mit einer höheren Festigkeit im Vergleich zu anderen Materialien, die im final kristallisierten Zustand bearbeitet wurden. Für die klinische Anwendung ist es dabei von zentraler Bedeutung, dass durch die guten lichtoptischen Eigenschaften eine gute farbliche Adaptation erreicht wird und dass das Material eine gute Polierbarkeit aufweist.

Wie bereits dargelegt, sind bei Teilkronen und Kronen im Seitenzahnbereich jedoch höhere Festigkeitswerte zur Sicherung eines klinischen Langzeiterfolgs zu fordern. Glaskeramische Restaurationen mit höheren Festigkeiten konnten bislang nur durch die Verwendung von Lithiumdisilikatkeramiken erreicht werden. Bei diesen ist jedoch nach der CAD/CAM-Bearbeitung noch ein Brennvorgang für die finale Kristallisation erforderlich, was zu einer entsprechenden Verlängerung der Prozesszeiten führt. In Laboruntersuchungen konnte jedoch gezeigt werden, dass durch die Finalisierung der CELTRA DUO-Restauration mit einem Glasurbrand die Festigkeit wieder erhöht werden kann und zwar auf einen Wert von ca. 370 MPa. Diese Option ist interessant, wenn im Chairside-Verfahren Teilkronen oder Kronen hergestellt werden sollen, für die höhere Festigkeitswerte zu fordern sind. Mit dem Glasurbrand kann also eine indikationsbezogene Steuerung der Festigkeitseigenschaften erfolgen. Die Chairside-Herstellung von CELTRA-Restaurationen ist bislang ausschließlich im CEREC-System möglich.

Die Einsatzmöglichkeiten Chairside-gefertigter ZLS-Restaurationen aus dem Material CELTRA DUO sollen nachfolgend an einem klinischen Fallbeispiel aufgezeigt werden.

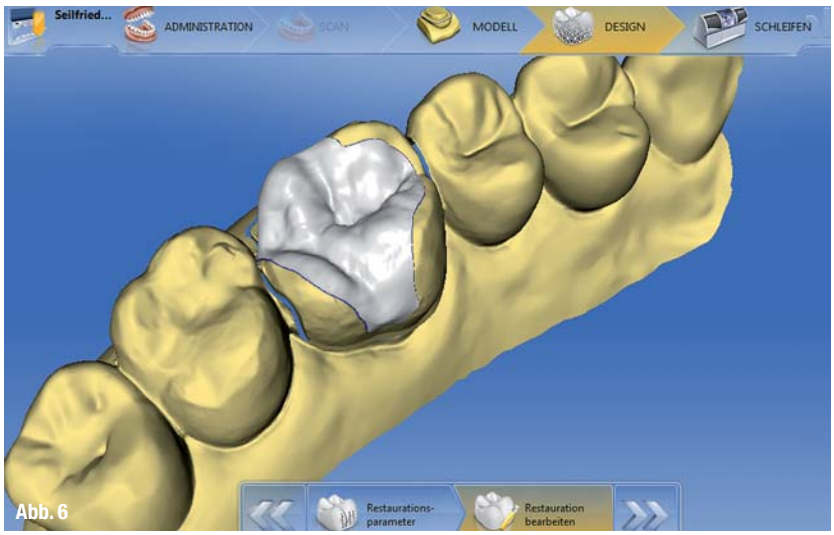

Abb. 6

Abb. 6_ Fertiggestellte virtuelle Konstruktion mit der CEREC Software 4.2 (Sirona, Bensheim).

_Falldarstellung

Die Patientin stellte sich mit einer insuffizienten konservierenden Versorgung im 1. Quadranten vor (Abb. 4). Nach Erneuerung der insuffizienten Kompositrestauration am Zahn 27 erfolgte zunächst die Präparation für ein Keramikonlay am Zahn 26

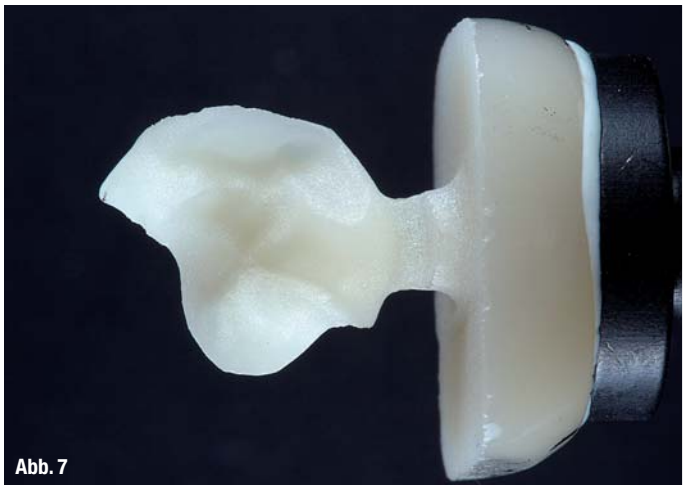
Abb. 7

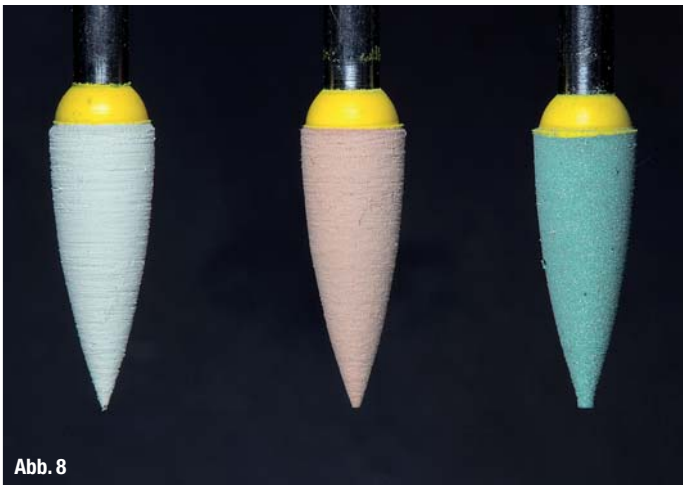
Abb. 8

Abb. 7_ Geschliffene Restauration vor dem Abtrennen des Haltesteges.
Abb. 8_ Beispiel für geeignete diamantimprägnierte Silikonpolierer für die Ausarbeitung der CELTRA DUO-Restaurationen.

unter absoluter Trockenlegung. Hierbei sind die bekannten Präparationsparameter für Keramiken (retentionslose Kavität mit abgerundeten Kavitätenwinkeln) und die erforderlichen Materialmindeststärken zu berücksichtigen. Ebenso sollte sichergestellt sein, dass eine minimale Restzahnhartsubstanzstärke von 2 mm erhalten bleibt, andernfalls ist in den Bereichen mit reduzierten Restzahnhartsubstanzstärken eine selektive Höckerüberkuppelung sinnvoll (Abb. 5). Nach der digitalen Abformung (CEREC AC-Kamera, Sirona, Bensheim) erfolgte die Konstruktion des Keramikonlays mit den bekannten Softwaretools der CEREC-Software Version 4.2 (Abb. 6).

Nach der Datenübertragung erfolgte der wassergekühlte Schleifprozess in einer CEREC MCXL-Maschine (Sirona, Bensheim) mit der Materialoption CELTRA DUO. Der Schleifvorgang dauert je nach Größe der Restauration zwischen 10 und 14 Minuten, dies bedeutet also keinen wesentlichen Unterschied zum Schleifen anderer final kristallisierter Keramiken (Abb. 7).

Nach dem Schleifprozess wird die Restauration zunächst mit einem wassergekühlten Diamantinstrument vom Träger abgetrennt und der Haltesteg beigeschliffen. Anschließend wird das Onlay vorpoliert. Für die Vorpolitur empfiehlt sich die Verwendung diamantimprägnierter Silikonpolierer (z.B. CeraGloss, Edenta, Au, Schweiz; DIAPOL, EVE Ernst Vetter GmbH, Pforzheim; 4326A.104, Gebr. Brasseler, Lemgo) (Abb. 8).

In dieser Phase sollte dann auch eine erste intraorale Passungskontrolle erfolgen, insbesondere dann, wenn es gilt, approximale Kontakte korrekt einzustellen. Sofern eine gute Passung der Restauration sichergestellt ist, kann die Finalisierung erfolgen.

Wie bereits erwähnt, ist für die weitere Verarbeitung die gewünschte Endfestigkeit der Restauration entscheidend. Sofern die Restauration nur poliert wird, ist eine Festigkeit von 210 MPa erreichbar. Diese Festigkeit liegt deutlich über den Werten anderer final kristallisierter Feldspat- (VITA MK II) und Glaskeramiken (Empress 1), die bekanntermaßen eine gute klinische Bewährung für Inlays und Onlays zeigen. Entsprechend bietet sich bei der Herstellung von Inlays und Onlays die einfache Politur zur Finalisierung an. Für Kronen und Teilkronen im Molarenbereich ist

Abb. 9a

Abb. 9b

Abb. 9a und 9b_ Konditionierung der Kavität in der Total-Etch-Technik mit einem 36%igen Phosphorsäure-Gel.

Abb. 10

Abb. 11

Abb. 10_ Auftrag des dualhärtenden Bondings.
Abb. 11_ Konditionierung der Keramikrestauration mit einem 5%igen Flusssäure-Gel für 30 Sekunden.

Abb. 12_ Direkte Applikation des Kompositzements in die vorbereitete Kavität.
Abb. 13_ Okklusale Adjustierungen mit einem feinkörnigen Diamantinstrument.

dagegen ein Glasurbrand sinnvoll, da mit diesem Schritt die Endfestigkeit auf 370 MPa gesteigert wird und damit im Bereich der langjährig bewährten Lithiumdisilikatkeramiken liegt.
Da es sich bei dem hier vorgestellten Fallbeispiel um eine Onlay-Restauration handelt, erfolgte die Finalisierung lediglich durch die finale Politur der Restauration. Aufgrund der guten lichtoptischen Eigenschaften können bereits durch die reine Politur ansprechende ästhetische Ergebnisse erreicht werden. Berücksichtigt man die für diese Schritte notwendigen Prozesszeiten (Fräsen + Ausarbeitung/Politur ca. 25 Minuten) steht mit dieser Technik ein sehr effizientes Verfahren für die Herstellung einer Keramikrestauration zur Verfügung.
Für die adhäsive Befestigung der CELTRA DUO-Restauration wird ein speziell auf die Keramik abgestimmtes Befestigungssystem (CELTRA DUO Cementation System, DENTSPLY DeTrey, Konstanz) angeboten. Es besteht aus einem langjährig bewährten dualhärtenden Bondingsystem (XP-Bond, DENTSPLY DeTrey, Konstanz) und einem dualhärtenden Kompositzement (Calibra, DENTSPLY DeTrey, Konstanz), der in fünf unterschiedlichen Farbnuancen (transluzent, hell, mittel, dunkel, opak) verfügbar ist. Im ersten Schritt der adhäsiven Befestigung erfolgt zunächst die Konditionierung der Kavität in der Total-Etch-Technik unter Verwendung einer 36%igen Phosphorsäure (Conditioner 36, DENTSPLY DeTrey, Konstanz). Zur Vermeidung postoperativer Beschwerden sollte eine Ätzzeit des Dentins von 15 Sekunden möglichst nicht überschritten werden.
Nach dem Abspülen des Ätzgels und der vorsichtigen Trocknung kann der Auftrag des Bondings erfolgen (Abb. 10). Um sicherzustellen, dass das Bonding auch unter Keramikrestaurationen mit höherer Schichtstärke vollständig aushärtet, wird dem Bonding ein Aktivator für die chemische Polymerisation (Self-cure Activator) im Verhältnis 1:1 beigemischt. Damit eine möglichst geringe Filmdicke erreicht wird, wird das Bonding im mittelstarken Luftstrom dünn ausgeblasen. Die Konditionierung der Keramikrestauration wird mit einer 5%igen Flusssäurelösung (VITA Ceramics Etch, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen) für 30 Sekunden durch-

Abb. 12

Abb. 13

Abb. 14

Abb. 15

geführt. Anschließend erfolgt der Auftrag eines Silans (Calibra Silan, DENTSPLY DeTrey, Konstanz), das für ca. 1 Minute einwirken soll. Direkt vor der Zementierung wird die Zementierungsfläche der Restauration dann auch mit dem Bonding beschickt. Das Bonding wird nach dem Auftrag sofort im Luftstrom dünn ausgeblasen.

Der dualhärtende Zement (Calibra, DENTSPLY DeTrey, Konstanz) kann dann direkt mit der Automix-Spritze in die Kavität appliziert werden. Auf diese Weise entfallen die Nachteile des manuellen Anmischens eines Paste-Paste-Systems (z.B. Lufteinschlüsse, Anmischen von zu viel oder zu wenig Material, Zeitverzögerung). Nach dem Einsetzen der Restauration und der Sicherstellung, dass sie sich in der finalen Position befindet, können die Zementüberschüsse für 3–5 Sekunden mit einer LED-Polymerisationslampe vorgehärtet werden. Dieses kurze Anhärten führt dazu, dass die Zementüberschüsse eine Gel-Phase erreichen, so können sie einfach mit einer Sonde entfernt werden. Die Restauration ist dann auch bereits ausreichend fixiert, sodass die Approximalräume mit Zahnseide auf ihre Gängigkeit geprüft werden können. Nachdem alle Zementüberschüsse vollständig entfernt worden sind, erfolgt die komplette Aushärtung mit einer geeigneten Polymerisationslampe für jeweils 30–40 Sekunden von okklusal, vestibulär und lingual/palatinal.

Für die okklusalen Adjustierungen nach der Zementierung sollte ein Feinkorndiamant (z.B. 8390.314.016, Gebr. Brasseler, Lemgo) verwendet werden (Abb. 13).

Die weitere Politur erfolgt dann wiederum mit diamantimprägnierten Silikonpolierern in mehreren Polierstufen. Die Diamantpolierer sollten jeweils mit Wasserkühlung bei einer maximalen Drehzahl von 15.000/min eingesetzt werden. Für die finale Politur eignen sich besonders Diamantpolierpasten, die für die intraorale Politur zugelassen sind (z.B. DirectDia Paste, SHOFU Dental, Ratingen oder OptraFine HP Polishing Paste, Ivoclar Vivadent, Schaan/Liechtenstein) (Abb. 14). Die Pasten werden am besten in Kombination mit einem Nylonbürstchen ohne Wasserkühlung bei max. 5.000/min eingesetzt.

_Fazit

Mit der ZLS-Keramik CELTRA DUO steht ein interessanter Werkstoff zur Verfügung, der für die praxisbasierte CAD/CAM-Verarbeitung besonders geeignet ist. Er überzeugt durch eine gute Kombination lichtoptischer Eigenschaften und einer je nach Indikationsbereich durch einen Glasurbrand steuerbaren mechanischen Belastbarkeit. Die gute Schleif- und Polierbarkeit ermöglichen insbesondere bei der Chairside-Bearbeitung eine Optimierung der Arbeitsabläufe und eine verkürzte Behandlungszeit._

Abb. 14_ Für die finale Politur eignen sich insbesondere Diamantpolierpasten, die mit einem Nylonbürstchen ohne Wasserkühlung eingesetzt werden.
Abb. 15_ Finales Behandlungsergebnis nach Abschluss der intraoralen Politur.

_Kontakt

digital dentistry

Priv.-Doz. Dr. med. dent. Sven Rinke, M.Sc., M.Sc.
Dr. Sabine Schäfer
ÜBAG Priv.-Doz.
Dr. S. Rinke,
Dr. M. Jablonski & Kollegen
Geleitstraße 68
63456 Hanau

Tel.: 06181 1890950
rinke@ihr-laecheln.com
www.ihr-laecheln.com

Infos zum Autor