

Dentalkeramiken

Dentalkeramiken gliedern sich in zwei Hauptgruppen: Silikatkeramik und Oxidkeramik. Silikatkeramiken umfassen alle glasreichen Keramiken natürlichen (Feldspatkeramik) oder künstlichen (synthetische Keramiken) Ursprungs. Oxidkeramiken, wie Aluminiumoxid oder Zirkonoxid, sind ausschließlich kristallhaltig und daher wesentlich höher belastbarer, jedoch deutlich weniger lichtdurchlässig als Glaskeramik. Zirkonoxid hat sich inzwischen als Gerüstmaterial für vollkeramische Kronen und Brücken hinreichend klinisch bewährt und metallfreie keramische Versorgung sind heute aufgrund ihrer guten ästhetischen und hervorragenden biokompatiblen Eigenschaften weit verbreitet [1-7]. Kronenkäppchen und Brückengerüste aus Zirkonoxid werden dabei überwiegend mit Hilfe von CAD/CAM- (Computer Aided Design/Computer Aided Machining) Verfahren hergestellt, wobei die Materialbearbeitung hauptsächlich durch Maschinen erfolgt. Dies ist effizient und stellt eine gleichbleibende Materialqualität sicher, was bei keramischen Werkstoffen von besonderer Bedeutung für die Haltbarkeit ist. Die Verblendung der Gerüste erfolgt bis heute in den meisten Fällen entweder über einen direkten manuellen Auftrag von Verblendkeramik als Pulver-Flüssigkeit-Gemisch oder mittels direkter Überpressverfahren. In beiden Fällen kommt nur schwach belastbare Feldspat- bzw. Glaskeramik in Frage.

Chipping

In der Vergangenheit wurden bei diesen vollkeramischen Verbundsystemen inakzeptabel hohe Raten von bis zu 8 Prozent pro Jahr kohäsiver Frakturen innerhalb des Gerüstmaterials beobachtet [8-12]. Solche sogenannte Chippings (Abb. 1) stellen somit die häufigste Komplikation bei zirkongestützten Kronen und Brücken dar [13]. Sie sind nicht allein durch eine mangelnde Gerüstunterstützung zu erklären, sondern höchstwahrscheinlich multifaktoriell bedingt. Eine besondere Rolle scheint dabei die deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit von Zirkonoxid ge-

Die Kombination von gepressten Verblendungen aus Lithiumdisilikat und hochfesten Zirkonoxidgerüsten stellt hinsichtlich Ästhetik, Funktion und Stabilität eine unübertroffene Variante für vollkeramische Seitenzahnversorgungen dar. Die Sinterverbundtechnologie ermöglicht, die ästhetischen und mechanischen Vorteile zweier unterschiedlicher vollkeramischer Materialien so zu kombinieren, dass transluzent verblendete Vollkeramikversorgungen im stärker belasteten Seitenzahnbereich mit großer Sicherheit möglich sind.

genüber Metallgerüsten zu spielen. Dadurch können sich vor allem während einer zu plötzlichen Abkühlung nach dem Ofenbrand Restspannungen (Zugspannungen) innerhalb der Verblendschicht entwickeln [14,15]. Nach dem gleichen Prinzip wird im Übrigen auch Sicherheitsglas hergestellt. Dieses zerbricht ebenfalls leicht, sobald eine höhere Belastung das Innere erreicht. Durch eine langsame Abkühlung beim Brennen können Chippingraten gesenkt werden [15]. Die geringe Wärmeleitfähigkeit von Zirkonoxid erschwert dem Zahntechniker darüber hinaus die korrekte Brandführung beim

Vollkeramische Seitenzahnrestaurationen

Das Nonplusultra

Verblenden. Unterbrannte (also bei zu niedriger Temperatur versinterte) Verblendkeramik weist eine höhere Gefahr des Chippings auf.

Lithiumdisilikat

In der Gruppe der Silikatkeramiken steht uns mit dem Material Lithiumdisilikat (LS₂) ein spezieller Werkstoff zur Verfügung. Früher unter dem Markennamen IPS Empress 2, heute unter dem Namen IPS e.max CAD bzw. Press vermarktet, wird es ausschließlich von einem einzigen Hersteller angeboten (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Es ist seit einiger Zeit auch neben den Varianten LT (Low Translucency), MO (Medium Opacity) sowie HO (High Opacity) in einer für Inlays, Teilkronen und Verblendungen relevanten hochtransluzenten Variante (HT) in 16 Farben verfügbar. Neuerdings sind weitere fünf Spezialfarben (Opal und Value) hinzugekommen und es sind MT- (Medium Translucency) Press und CAD-Rohlinge angekündigt. Damit bietet das Material eine sehr große Bandbreite an ästhetischen Möglichkeiten. Da Lithiumdisilikat eine zirka vier bis fünf mal höhere Festigkeit besitzt als herkömmliche Glaskeramiken, bietet es sich an, die-

Autoren:

Dr. Jan Hajtő,
Ztm. Stefan Frei,
Zt. Uwe Gehringer,
München

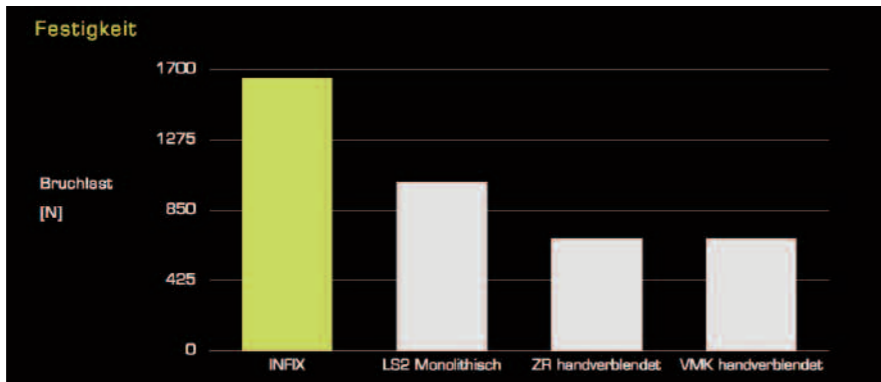
Indizes:

Chipping
Lithiumdisilikat
Oxidkeramik
Presstechnik
Silikatkeramik
Sinterverbund
Zirkonoxid

► **Abb. 1** Typisches Chipping an handverblenden Zirkoniumdioxidkronen nach zwei Jahren



► **Abb. 2** Festigkeit von Infix CAD-Kronen. Dauerschwingversuche Prof. Tinschert [19].



▼ **Abb. 3** Unmittelbar auf das gesinterte Zirkonkappchen aufmodellerte Wachsverblendschale mit scharfen Rändern beim Abheben

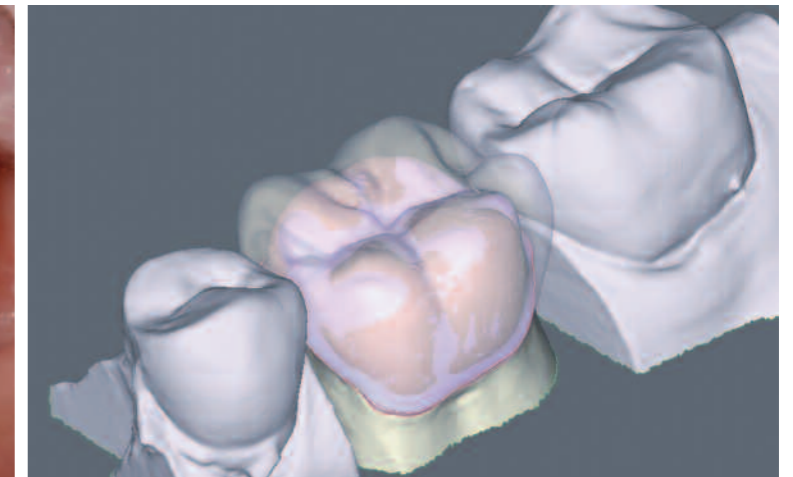


tels einer Fügekeramik („Glaslot“). Diese Technik wurde zum ersten Mal im Jahr 2007 von Beuer und Schweiger für IPS e.max CAD beschrieben [17] und wird seit 2009 als Infix-Technologie von absolute-ceramics (biodentis, Leipzig) in der zentralen Fertigung und seit Ende 2010 unter der Bezeichnung CAD-ON von Ivoclar Vivadent für Chairside und In-Lab Systeme angeboten. Sowohl in vitro-Studien [18, 19] als auch der klinische Erfolg haben die überragende Festigkeit dieser Kronen und Brücken bestätigt (Abb. 2).

Präparation

Die auf diese Weise zu 90 Prozent mit digitalen und maschinellen Methoden hergestellten Restaurationen erfordern vom Zahnarzt allerdings ideale Keramik- und CAM-gerechte Präparationsformen. Im Gegensatz zum Zahntechniker sind standardisierte Industrieprozesse nicht so gut in der Lage, individuelle Abweichungen oder gar Fehler des Zahnarztes ganz oder teilweise zu kompensieren. Die maschinelle schleifende Bear-

ses Material als Verblendmaterial auf Zirkonoxid einzusetzen. Es ist jedoch nicht in Pulverform zum Aufbrennen verfügbar und ein Überpressen ist aufgrund des unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten gegenüber ZrO₂ nicht möglich. Was aber funktioniert, ist der Verbund von Lithiumdisilikat mit Zirkonoxid mit-



▲ **Abb. 4** Manuell gestaltete Infix Press-Krone auf Zahn 36, 35 und 37 sind mit IPS e.max Press-Teilkronen versorgt. Trotz der völlig unterschiedlichen Versorgungsarten ist durch das identische oberflächige Material die ästhetische Harmonie gewährleistet.

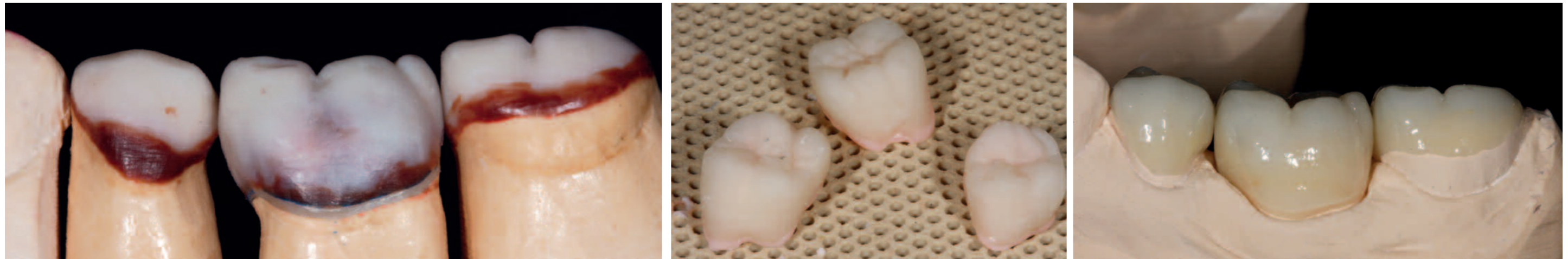
▲ **Abb. 5** Modellation einer Zweikomponentenkrone im Matchpoint Modeler (absolute Ceramics)

▲ **Abb. 6** Infix Press-Komponenten von absolute Ceramics: Links eine gesinterte Zirkonoxidkappe ohne Unterschnitte. Rechts eine gefräste Wachsverblendung, bereit zum Nacharbeiten oder Einbetten.

beitung von Glaskeramik mit diamantbeschichteten Werkzeugen, in diesem Fall Lithiumdisilikat CAD im blauen Zustand, bedingt gewisse minimale Materialstärken und Randverstärkungen, da sich lange freitragende beziehungsweise messerscharfe Anteile nicht immer ohne kleine Aussprengungen des spröden Materials fertigen lassen. Als Folge können etwas zu voluminöse oder im Fissurenrelief zuwenig detaillierte Kronen resultieren, sofern der Zahnarzt es versäumt hat, die vorgegebenen Platzverhältnisse von mindestens 1 mm zirkulär und 1,5 mm okklusal zu schaffen. Dies ist leider auch sehr häufig der Fall. Hinzu kommt: Trotz aller Fortschritte der CNC-Bearbeitung, wie selektives Nachfahren der Fissuren mit feineren Instrumenten, sind Einbußen im Detailgrad von Okklusalreliefs bei IPS e.max CAD-Elementen im Rohbearbeitungszustand „as machined“ immer noch nicht ganz zu vermeiden. Eine manuelle Nachveredelung kann das Ergebnis allerdings mit wenig Aufwand verbessern.

Presstechnik

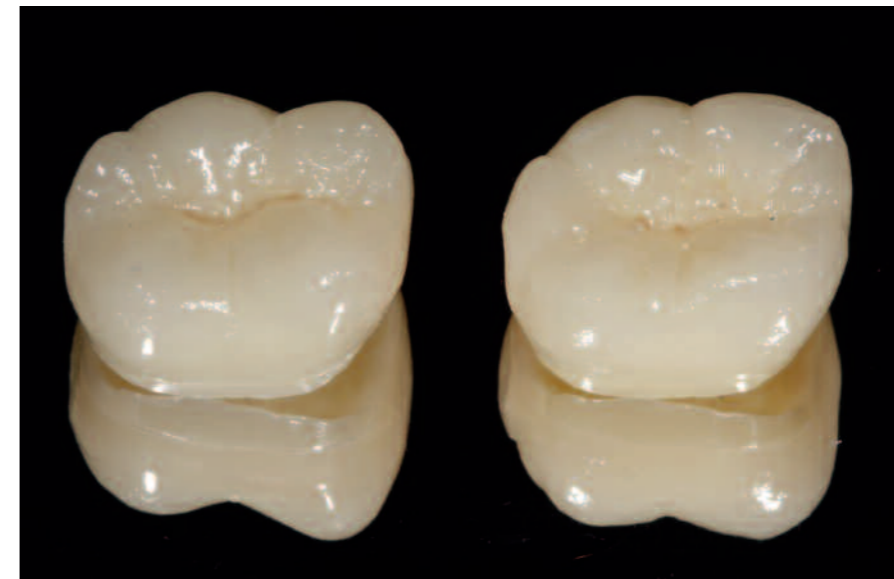
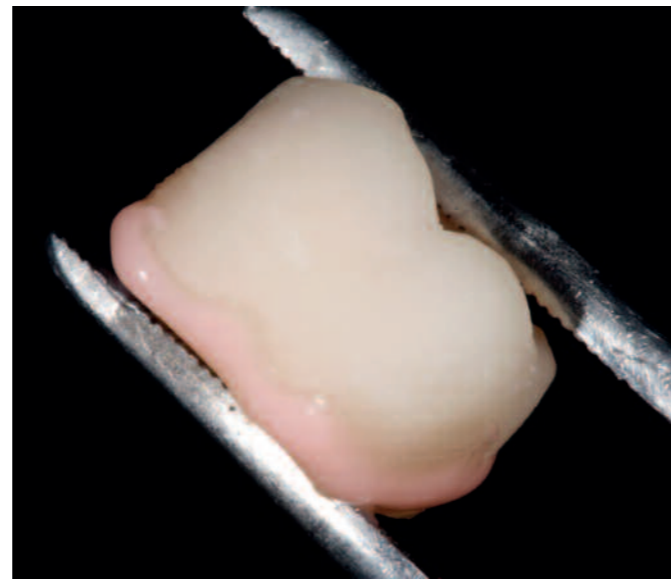
Die Presstechnik hingegen ermöglicht auch die Anfertigung sehr dünnwandiger verzweigter oder hohler Geometrien mit scharfen Kanten. Auch scharfe Fissuren und ein detailliertes Höckerrelief kann mit der Presstechnik von der Wachsmodellierung eins zu eins umgesetzt werden. Gerade funktionelle Kauflächen können auf diese Weise viel besser gestaltet werden als bei der freihändigen Verblendtechnik (Abb. 3). Es liegt auf der Hand, dass die Kombination von gepressten Verblendungen aus Lithiumdisilikat und hochfesten Zirkonoxidgerüsten hinsichtlich Ästhetik, Funktion und Stabilität die absolut überlegene Variante für vollkeramische Kronen und Brücken im Seitenzahnbereich darstellt. Das Chipping-Risiko von Infix Press-Versorgungen ist minimal und liegt unter dem von Metallkeramik. Aus ästhetischer Sicht zeigen mit hochtransluzenten IPS e.max Press HT versehene Kronen ein deutlich natürlicheres Aussehen mit Tiefenwir-



▲ Abb. 7 Manuell direkt auf das Zirkonkappchen aus Wachs aufmodellerte Verblendung an Zahn 36. 35 und 37 sind modellierte Teilkronen.

▶ Abb. 8 Gepresste Verblendung und Zirkonkappe vor dem Sinterverbund

▶ Abb. 9 Fügen einer Krone (anderer Patientenfall) mittels Glaslot, welches zur besseren Erkennbarkeit mit Lebensmittelfarbe (Caran d'Ache, Genf) eingefärbt werden kann



▲ Abb. 10 Infix Press-Kronen vor dem Fügebrand

▲ Abb. 11 Infix Press-Kronen 36 und IPS e.max Press-Teilkronen auf dem Modell

◀ Abb. 12 Links: Infix Press-Krone hergestellt mit gefräster Wachsverblendschale, rechts: Infix Press-Krone hergestellt mit manuell aufgewachsener Verblendschale

kung als die oft „quarkig“ wirkenden handverblendeten Zirkonoxidkronen. Dies zeigt sich vor allem dann, wenn adhäsiv befestigte Teilkronen aus Lithiumdisilikat in unmittelbarer Nachbarschaft zu Infix Press-Kronen eingesetzt werden (Abb. 4).

Diese Materialkombination steht nun mit den von absolute Ceramics angebotenen Komponenten allen Zahntechnikern zur Verfügung:

1. Eine Software, die eine unterschneitfreie Modellierung sowohl der Gerüste als auch der anatomischen Verblendungen ermöglicht (Abb. 5).
2. Ein Glaslot, welches aufgrund seiner speziellen Konsistenz das Fügen von sehr genau passenden Einzelverblendungen erlaubt.
3. Gefräste Wachsverblendschalen, die mit oder ohne manuelle Nacharbeit ein-

gebettet und gepresst werden können (Abb. 6 und 12).

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, ohne Verwendung von CAD/CAM-gefertigten Wachselementen, freihändig direkt auf die okklusal hinterschnittfreien Zirkongerüste aufzumodellieren und diese Modellationen zu pressen (Abb. 7 bis 12). Somit ist für jeden Zahntechniker eine geeignete Möglichkeit gegeben, diese Technik anzuwenden. Es ist allerdings festzustellen, dass inzwischen am Computer gestaltete Kaufflächen an in ihrer Funktion und Ästhetik den durchschnittlichen manuell hergestellten Morphologien überlegen sind (Abb. 13 und 15). Zahnbibliotheken erlauben konstante Modellierungen, was insbesondere für größere Labore von Vorteil ist, wo nicht alle Zahntechniker dieselben Fertigkeiten besitzen.

Zeitlich ist die Herstellung von Infix Press-Restorationen in etwa genauso aufwändig wie die von handverblendeten Kronen und Brücken, jedoch keineswegs aufwändiger. Als wirtschaftliche, kostengünstigere Standardalternative steht zudem nach wie vor das klassische Infix CAD zur Verfügung.

Monolithische Lithiumdisilikatkronen

Eine mögliche metallfreie Alternative zu Infix Press-Einzelkronen stellen monolithische oder (teil-)verblendete Lithiumdisilikatkronen dar. Der Verzicht auf ein hochfestes Gerüst auf der auf Zugspannung belasteten Innenseite der Kronen bedeutet in jedem Fall einen Verzicht auf mögliche Stabilität und sollten daher vorzugsweise adhäsiv befestigt

werden. Die adhäsive Befestigung von Kronen wiederum ist schwierig, aufwändig und fehleranfällig. IPS e.max CAD oder Press-Vollkronen aus LT-Rohlingen setzen außerdem komplett oder weitestgehend unverfärbte Zahnstümpfe voraus, da eine hinreichende optische Abdeckung von Zahnverfärbungen nicht gegeben ist. Implantate und wurzelbehandelte Zähne weisen eine deutlich geringere Tastsensibilität auf als vitale Zähne. Das zeigt sich in zirka doppelt so hohen Chipping-Raten bei konventionell verblendeten Zirkonoxidkronen. Dadurch steigt auch die Gefahr von Komplettfrakturen bei schwächeren Keramiken. Daher ist auf solchen Pfeilern der Einsatz von Lithiumdisilikat besonders gut zu erwägen. Hinzu kommt, dass Standard-Abutments sehr scharfe Kanten aufweisen, was für die Keramikin-



▲ **Abb. 13**
Ausgangssituation:
handverblendete
Metallkeramikkrone
auf 36 mit Randkaries

▲ **Abb. 14** Präparation

▶ **Abb. 15** Eingesetzte
Infix Press-Krone



nenseite trotz der größeren Schichtdicke der Kronen ungünstig ist. Auch die Farbe von Titanabutments kann die Krone unvorteilhaft beeinflussen. Selbst mit der Empfehlung von absolute Ceramics, IPS e.max CAD-Monoblockkronen ausschließlich adhäsiv zu befestigen, traten im Zeitraum von Mitte 2009 bis Ende 2010 bei zirka 2 Prozent der Kronen Frakturen auf. Für Seitenzahnbrücken ist Lithiumdisilikat vom Hersteller nicht freigegeben.

Monolithische Vollzirkonbrücken

Eine weitere vollkeramische Alternative, die heute vermehrt propagiert wird, sind monolithische Vollzirkonkronen und Brücken. Diese hochbelastbaren Versorgungen sind kostengünstig und einfach zu fertigen, jedoch klinisch noch nicht vollständig bewährt. Bei dieser Versorgungsart steht sicher nicht

die Stabilität in Frage, sondern mögliche langfristige biologische Auswirkungen. Seit der Einführung von dentaler Keramik war das Abriebsverhalten sowohl der Keramik als auch des Antagonisten eine zentrale Frage [20]. Der Abrieb auf der Keramikoberfläche sollte dem des natürlichen Zahnschmelzes mit 20 bis 40 µm pro Jahr in etwa entsprechen [21]. Auch die Abrasion an natürlichen Antagonisten oder Dentalmaterialien, wie Gold, Amalgam oder Komposit sollte nicht größer sein als wie durch einen natürlichen Zahn verursacht. Dies ist bei IPS Empress und auch bei Lithiumdisilikat trotz dessen höherer Festigkeit gegeben [22 - 24]. Das Ausmaß der Abrasion am Antagonisten hängt neben den Belastungsverhältnissen in erster Linie von der Härte und der Rauigkeit eines Materials ab. Zirkonoxid ist mit einer Vickershärte von zirka 13.000 MPa deutlich härter als Lithiumdisilikat mit im Mittel 5.900

MPa. Sofern die okklusalen und approximalen Kontaktflächen zum Beispiel nach Einschleifmaßnahmen im Mund oder nach Abrieb der Glasur nicht zu 100 Prozent glatt sind, kann in Abhängigkeit von der Rauigkeit eine deutlich erhöhte Abrasion an den Antagonisten oder Nachbarzähnen nicht ausgeschlossen werden. Belastbare klinische Daten sind dazu noch nicht vorhanden. Erste in-vitro-Versuche bestätigen diese Bedenken [25]. Ebenso unbekannt ist, inwiefern eine über Jahre oder Jahrzehnte intakte hochfeste Zirkonoxidkrone möglicherweise irgendwann ein funktionelles Gleithindernis darstellen könnte. Ästhetisch müssen bei reinen Zirkonoxid-Restaurationen trotz inzwischen etwas höher transluzenter Zirkonmaterialien und den Möglichkeiten der Maltechnik nach wie vor noch Einbußen in Kauf genommen werden. Nicht zuletzt sollte auch bei jeder prothetischen Versor-

gungsform eine mögliche Re-Intervention bedacht werden. Eine Entfernung von Vollzirkonarbeiten ist sicher maximal aufwändig und instrumentenintensiv.

Fazit

Die Sinterverbundtechnologie eröffnet dem Zahntechniker die Möglichkeit, die ästhetischen und mechanischen Vorteile zweier unterschiedlicher vollkeramischer Materialien so zu kombinieren, dass transluzent verblendete vollkeramische Kronen und Brückenversorgungen im stärker belasteten Seitenzahnbereich mit einer sehr großen Sicherheit möglich sind (Abb. 13 bis 16). Die hohe Dauerbelastbarkeit erlaubt eine weite Indikationsstellung bis hin zu okklusal verschraubtem, implantatgetragenen Zahnersatz, Brücken und dem Einsatz bei Bruxern.

Korrespondenzadresse:



Dr. med. dent.
Jan Hajtó
Weinstr. 4
80333 München
E-Mail
dr.jan.hajto@
t-online.de



Zt. Uwe Gehringer
Ztm. Stefan Frei
Funktion & Ästhetik Dentallabor
Frauenstr. 11, 80469 München
E-Mail
stefan.frei@funtionaesthetik.de



Literatur:

- [1] Sturzenegger, B., Fehér, A., Lüthy, H., Schumacher, M., Loeffel, O., Filser, F., Kocher, P., Gauckler, L., Schärer, P.: Klinische Studie von Zirkonoxidbrücken im Seitenzahngebiet, hergestellt mit dem DCM-System. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 2000;110(12):131-139.
- [2] Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hammerle CH.: Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. Int J Prosthodont. 2007 Jul-Aug;20(4):383-8.
- [3] Edelhoff D, Florian B, Florian W, Johnen C.: HIP zirconia fixed partial dentures--clinical results after 3 years of clinical service. Quintessence Int. 2008 Jun;39(6):459-71.
- [4] Tinschert J, Schulze KA, Natt G, Latzke P, Heussen N, Spiekermann H.: Clinical behavior of zirconia-based fixed partial dentures made of DC-Zirkon: 3-year results. Int J Prosthodont. 2008 May-Jun;21(3):217-22.
- [5] Christensen GJ. Porcelain-fused-to-metal versus zirconia-based ceramic restorations, 2009. J Am Dent Assoc 2009;140:1036-9.
- [6] Raigrodski A. All-ceramic bridges. J Esthet Restor Dent 2003;15:261-2.
- [7] Raigrodski AJ, Chiche GJ, Potiket N, Hochstedler JL, Mohamed SE, Billiot S and Mercante DE. The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: a prospective clinical pilot study. J Prosthet Dent 2006;96:237-44.
- [8] Sailer I, Gottnerb J, Kanelb S and Hammerle CH. Randomized controlled clinical trial of zirconia-ceramic and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses: a 3-year follow-up. Int J Prosthodont 2009;22:553-60.
- [9] Tinschert J, Schulze KA, Natt G, Latzke P, Heussen N, Spiekermann H.: Clinical behavior of zirconia-based fixed partial dentures made of DC-Zirkon: 3-year results. Int J Prosthodont. 2008 May-Jun;21(3):217-22.
- [10] Zembic I, Lüthy H, Schumacher M, Schärer P, Hammerle C H F: 2- and 3-year results of zirconia posterior fixed partial dentures, made by direct ceramic machining (DCM). European Cells and Materials. Abstracts of the 8th General Meeting of the Swiss Society for Biomaterials. Centre Médical Universitaire Genève 3: 38. 2002
- [11] Vult von Steyern P, Carlson P, Nilner K.: All-ceramic fixed partial dentures designed according to the DC-Zirkon technique. A 2-year clinical study. J Oral Rehabil. 2005 Mar;32(3):180-7.
- [12] Molin MK, Karlsson SL.: Five-year clinical prospective evaluation of zirconia-based Denzir 3-unit FPDs. Int J Prosthodont. 2008 May-Jun;21(3):223-7.
- [13] Al-Amleh B, Lyons K, Swain M.: Clinical trials in zirconia: a systematic review. J Oral Rehabil. 2010 Aug;37(8):641-52.
- [14] Eser A, Bezold A, Wiesner C, Vollmann M. Optimization of Residual Stresses on All-Ceramic Fixed Partial Dentures Using Finite Element Analysis with Viscoelastic Material Modelling. Abstract, 22nd European Conference on Biomaterials, Sept 2009.
- [15] Swain M.: Unstable cracking (chipping) of veneering porcelain on all-ceramic dental crowns and fixed partial dentures. Acta Biomater. 2009 Jun;5(5):1668-77.
- [16] Schmitter, M., Rammelsberg, P., Rues, S., Becker, F.: Untersuchungen zum Chipping-Verhalten von 4 verschiedenen Verblendmaterialien. Interner Forschungsbericht an DeguDent (2009). Degudent Cercon Smart Ceramics Anwenderbrief 1/2009.
- [17] Schweiger, J., Beuer, F., Eichberger, M.: Sinterverbundkronen und -brücken: Neue Wege zur Herstellung von computergefertigtem Zahnersatz. Digital Dental News, 1. Jg, Mai, 14-21. 2007.
- [18] Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W and Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings--a new fabrication mode for all-ceramic restorations. Dent Mater 2009;25:121-8.
- [19] Tinschert J, Natt, G: Dauerschwingversuche mit verschiedenen metallkeramischen und vollkeramischen Kronen. Interner Forschungsbericht an odontis (2010).
- [20] Burke EJ and Qualtrough AJ. Aesthetic inlays: composite or ceramic? Br Dent J 1994;176:53-60.
- [21] Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke-Wauters M and Vanherle G. Quantitative in vivo wear of human enamel. J Dent Res 1989;68:1752-4.
- [22] Heintze SD, Cavalleri A, Forjanic M, Zellweger G, Rousson V: Wear of ceramic and antagonist—A systematic evaluation of influencing factors in vitro. Dent Mater 2008;24:433-449.
- [23] Göhring TN, Besek MJ, Schmidlin PR. Attritional wear and abrasive surface alterations of composite resin materials in vitro. J Dent. 2002 Feb-Mar;30(2-3):119-27.
- [24] Etman MK, Woolford MJ, Dunne S. Quantitative measurement of tooth and ceramic wear: in vivo study. Int J Prosthodont 2008;21(3):245-52.
- [25] Beuer F, Klein A, Gernet W: Performance of full-contour Zirconia crowns (IADR/AADR/CADR 87th General Session and Exhibition (April 1-4, 2009)