



## Verblendet vs. Monolithisch

### Ästhetik und verblendfreie Gerüste auf dem 16. Keramiksymposium.

*Das alljährlich stattfindende Keramiksymposium der AG Keramik wird von Beiträgen wissenschaftlicher Fachgesellschaften begleitet und ist in diesem Jahr eingebettet in den Kongress der Deutschen Gesellschaft für Implantologie (DGI). Am 26. November 2016 referieren in Hamburg Frau Prof. Sailer, Genf, Dr. Brodbeck, Zürich, Dr. Cacaci, München, und ZTM Votteler über Fortschritte der vollkeramischen Restauration in der rekonstruktiven Prothetik und Implantologie.*

*Im heutigen Beitrag stellen wir aktuelle Prothetikkonzepte für monolithische sowie verblendete Kronen und Brücken aus Vollkeramik und deren klinische Bewährung vor.*

Nachdem die traditionellen, metallbasierten Rekonstruktionen in der Prothetik lange Zeit als „Goldstandard“ betrachtet wurden, führte die Weiterentwicklung der Materialwissenschaft zur Einführung neuer Gerüstwerkstoffe auf vollkeramischer Basis. Ferner haben der Patientenwunsch nach zahnfarbenen, metallfreien und somit biologisch verträglichen Versorgungen, dazu hohe Edelmetallkosten und der schnelle Fortschritt der Digitalisierung in der Fertigungstechnik bewirkt, dass Vollkeramik besonders unter optischen Aspekten zum bevorzugten Restaurationswerkstoff der Wahl wurde. Die ästhetischen Vorzüge im Vergleich zu metallgestützten Versorgungen resultieren daraus, dass die Keramikkrone vollständig aus zahnfarbenem Material aufgebaut und dadurch mit einer höheren Lichttransmission verbunden ist. Die hohe Biokompatibilität beruht auf der Korrosionsfreiheit und der gegenüber anderen Werkstoffen geringeren Plaqueakkumulation. Durch den Einsatz neuer Technologien in der industriellen Materialherstellung, in der Behandlungspraxis und im ZT-Labor hat sich das Indikationsspektrum der Vollkeramik seit 15 Jahren ständig erweitert.

Einen wesentlichen Beitrag zur Indikationserweiterung leistete Zirkoniumdioxid ( $ZrO_2$ ) als Gerüstkeramik, deren strukturbedingte Opazität eine aufbrennkeramische Verblendung erfordert. Die Kosten für den Verblendaufwand, die anfänglichen Chippingprobleme, die Auflösung der Opazität zugunsten einer zunehmenden Ver-

besserung der Transluzenz von  $ZrO_2$  führten zu einer Substitution der Keramiken auf Aluminiumoxid- und Silikatbasis - zur sogenannten „Volkskrone“, also zur monolithischen, verblendfreien, Zirkonia-Krone. Dadurch erfolgte eine Neuordnung der Werkstoffe, die sich für den prothetischen Einsatz qualifizierten.

Der Vergleich der Festigkeitswerte gestattet prinzipiell eine therapieorientierte Einnordnung im Ranking der Keramikwerkstoffe. Für Kronen oder gar Brücken sind physikalische Kennwerte für die Biegebruchfestigkeit von mindestens 400-600 MPa (MegaPascal) notwendig. Keramiken mit Festigkeiten bis 200 MPa weisen für Kronen und Brücken inakzeptable Überlebensraten auf. Die jeweiligen Kombinationen aus Materialart und Bearbeitungsverfahren weisen individuell unterschiedliche Merkmale auf, die je nach Indikation und Zielvorstellung als Vorteil, als Nachteil wirken oder ausgewogene Eigenschaften bieten können. Jedoch fehlen noch evidenz-basierte, klinische Daten mit Aussagen zu einer möglichen Schädigung des natürlichen Antagonisten. Hier erscheint es sinnvoll, präventiv in jedem Fall auf eine perfekte Oberflächenpolitur der Restauration zu achten.

### **Verblendung im Fokus der Ästhetik**

Der Frontzahnbereich erfordert in der Regel ein besonderes Ästhetikkonzept. Daher ist es bei anspruchsvollen Vollkeramikrestaurationen meistens sinnvoll, die individuelle Zahnfarbe über eine labiale Schichttechnik mit Leuzit- oder Fluorapatitsinterkeramik als Verblendung zu realisieren. Dabei steht nicht so sehr die Farbe im Vordergrund, die sich auch mit Mal Farben gut darstellen lässt. Vielmehr sind die Unterschiede im Transluzenzgrad an verschiedenen Stellen des Zahns wichtig, die nur durch eine individuelle Schichtung erreicht werden kann. Auch notwendige Volumen-



Abb. 1: Vollanatomische Krone aus Lithiumdisilikat wird zurückgeschliffen (Cut-Back-Verfahren)...



Abb. 2: ... und nach dem Kristallisationsbrand verblendet sowie glasiert. Quelle: Seger/Ivoclar-Vivadent

effekte unter der Oberfläche der Restauration lassen sich mit der Schichttechnik erzielen. Als geeigneter Werkstoff für Frontzahnkronen hat sich Lithiumdisilikat ( $LS_2$ , e.max) bewährt – verfügbar in verschiedenen Farben, Opazitäten und Transluzenzen. Zur Erfüllung hoher Ästhetikansprüche ermöglicht die CAD/CAM-Technik, das anatoforme Vollkronendesign gemäß dem labialen Schichtauftrag zu reduzieren (Cut Back-Technik), um Platz für die aufbrennkeramische Verblendung zu schaffen (**Abb. 1-2**). Da Verblendungen mechanisch um den Faktor 4 bis 5 schwächer sind als die Gerüstkeramik, besteht die Gefahr von kohäsiven Verblendfrakturen (Chippings) bei nicht korrekter Gerüstgestaltung. Obwohl diese Frakturen im Frontzahn seltener auftreten als im Seitenzahnbereich, hat sich die Gestaltung von palatinalen Führungsflächen im Gerüstwerkstoff bewährt.

### „Weißer Stahl“ braucht Verkleidung

Im Gegensatz zum Frontzahnsektor muss der Molarenbereich aufgrund der höheren Kaudruckbelastung als Risikozone für Restaurationen betrachtet werden. In den letzten Jahren hat sich für posteriore Kronen und Brücken Zirkoniumdioxid ( $ZrO_2$ ) als „weißer Stahl“ profiliert und somit als Gerüstkeramik qualifiziert. Da der Werkstoff sehr opak und im metastabilen Aggregatzustand nicht zahnfarben ist, muss die Krone zur Erlangung eines natürlichen, schmelzähnlichen Farbspiels aufbrennkeramisch verblendet, alternativ nach dem Formfräsen eingefärbt (Tauchkolorierung) oder industriell voreingefärbte Blanks (dentinfarbig) benutzt werden. Mit der geschichteten Verblendung wird eine nahezu identische Farb- und Formgestaltung der natürlichen Zähne erreicht.

Jedoch sind in der Vergangenheit bei verblendeten  $ZrO_2$ -Kronen auf Prämolaren und Molaren öfters Chippings aufgetreten. Die möglichen Gründe hierfür waren vielfältig



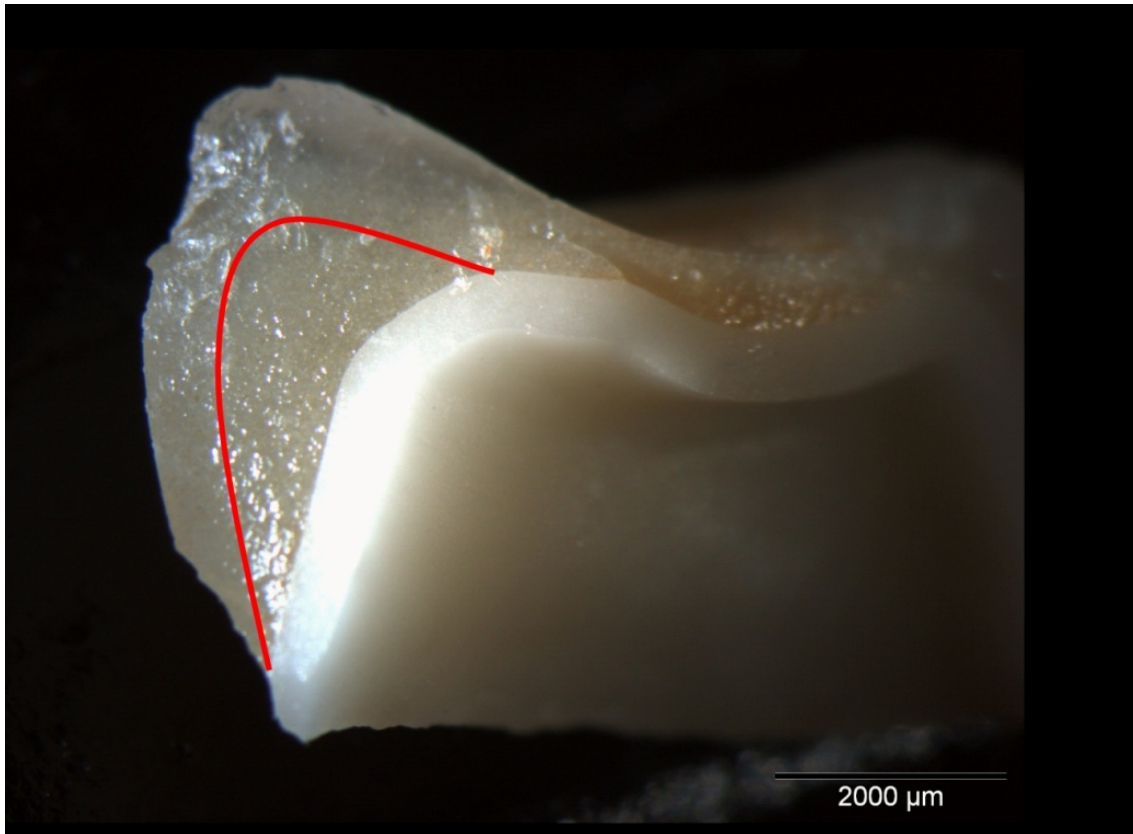


Abb. 3: Idealform der höckerunterstützenden Gerüstgestaltung zur Vermeidung von Verblendfrakturen – mit roter Linie gekennzeichnet. Quelle: AG Keramik

und reichen u.a. von Fehlern bei der anatomischen Gerüstunterstützung der Höcker (**Abb. 3**), Differenzen bei der Wärmeausdehnung (WAK, Gerüst vs. Verblendung), der Brandsteuerung bis hin zum Einschleifen im Mund als Auslöser einer kristallinen Phasenverschiebung [23]. Da  $ZrO_2$  als schlechter Wärmeleiter anders als Metall langsamer aufheizt und abkühlt als die Verblendkeramik, besteht immer die Gefahr, dass aufgrund der Temperaturgradienten bei der Abkühlung residuale Zugspannungen innerhalb der Verblendung „eingefroren“ werden. Sobald Oberflächendefekte durch subkritisches Risswachstum über die Zeit in das Innere der Verblendung vordringen, können diese Spannungen zu plötzlichen Abfrakturen führen. Besonders auf Implantatversorgungen traten Chippings infolge der mangelnden Tastempfindung bzw. der höheren Schmerzschwelle oder der geringeren Resilienz häufiger auf.

### Verblendfreie Monolithen auf dem Vormarsch

Monolithisch und somit anatofom gestaltete Kronen im Frontzahnbereich können sowohl aus Silikatkeramik als auch aus Oxidkeramik gefertigt werden. Verblendfrei gestaltet, entfällt das Risiko einer Verblendfraktur. Der Vorteil der Silikate ist ihre zahnähnliche Lichtleitfähigkeit. Hier hat sich besonders Lithiumdisilikat-Keramik ( $LS_2$ ) als optimaler Synergismus von Ästhetik und Festigkeit qualifiziert und stellt bislang die höchste Evolutionsstufe der Glaskeramiken dar. Sie verfügt inzwischen über mehr als 15 Jahre klinische Bewährung. Mit klinischen Überlebensraten von 96-98 Prozent nach 10 Jahren in situ sind  $LS_2$ -Kronen vergleichbar mit jenen aus Metallkeramik und somit auch für den Seitenzahnbereich geeignet [4, 9]. Selbst kurzspannige Brücken bis zum Ersatz eines Prämolaren können durch CAD/CAM-unterstütztes

Schleifen aus Blöcken oder mittels Presstechnik zur Versorgung herangezogen werden.

Durch innovative Weiterentwicklungen in der Materialtechnologie stehen für die subtraktive Bearbeitung der Rohlinge mehrfarbige Blöcke zur Verfügung, die entweder in einem linearen Verlauf oder in einem „Dentin-Schmelz“-Aufbau eingefärbt sind. Die Presstechnik beschränkte sich bisher auf monochrome Werkstücke; inzwischen sind auch polychromatische Ingots verfügbar (**Abb. 4**). Mit Malfarben lassen sich die Presslinge hinreichend individualisieren.



Abb. 4: Monolithische, unverblendete Frontzahnkrone aus Lithiumdisilikat-Presskeramik. Quelle: Seger/Ivoclar-Vivadent

### **Transluzentes Zirkoniumdioxid – eine Perspektive?**

Um das Risiko des Chippings zu umgehen, wird neuerdings modifiziertes  $ZrO_2$  monolithisch verarbeitet – d.h. auf eine Verblendung wird weitgehend verzichtet. Um die bisherige Opazität zu reduzieren, wurde der Anteil an Aluminiumoxid von 0,25 bis auf 0,01 Prozent (Gewicht) abgesenkt – eine Dotierung, die für die Stabilität der Restauration gegen Feuchtigkeit (Speichel) verantwortlich ist. Ferner wurde der Anteil des Yttriumoxids von 4,5 auf 10 Prozent angehoben. Die kubischen  $Y_2O_3$ -Kristalle haben ein größeres Volumen im Vergleich zu den tetragonalen. Damit streut das Licht an den Korngrenzen zwar weniger stark, aber aufgrund der isotropischen Eigenschaft wird das einfallende Licht in alle Raumrichtungen abgestrahlt. Im Ergebnis erzielt das modifizierte  $ZrO_2$  eine gewisse Transluzenz [Starwarczyk 2016 39]. Ferner ist es gelungen,  $ZrO_2$ -Blocks industrieseitig gemäß den Shade-Guides einzufärben und teilweise Schmelz-Dentin-Farbverläufe (Multilayer) zu integrieren. Dadurch wurde erreicht, dass der monolithische Einsatz von  $ZrO_2$  im Seitenzahnbereich kein ästhetisches Hindernis mehr darstellt (**Abb. 5**). Allerdings weist eine Studie darauf hin, dass



Abb. 5: Zahngetragene, monolithische  $ZrO_2$ -Molarenkrone aus  $ZrO_2$  mit Geschiebe-Patrize zur Aufnahme einer 2gliedrigen  $ZrO_2$ -Brücke. Zahn 5 ist noch nicht poliert.  
Quelle: Neumann

$Al_2O_3$ -reduziertes  $ZrO_2$  eher für eine hydrothermale Alterung anfällig sein kann [6]. In-Vitro-Kausimulationen monolithischer  $ZrO_2$ -Kronen mit Wandstärken bis minimal 0,3 mm zeigten initial keine abweichenden Bruchlastwerte im Vergleich zu konventionellen, gleich dimensionierten  $ZrO_2$ -Kronengerüsten [21]. Bei gleicher Wandstärke war die Bruchlast der  $ZrO_2$ -Kronen signifikant höher als Lithiumdisilikat-Kronen. Für  $LS_2$ -Kronen ist herstellerseitig eine okklusale Mindestschichtstärke von 1,5 mm vorgegeben. Somit kann  $ZrO_2$  den Vorteil nutzen, eine geringere Präparationstiefe und Schichtstärke anzubieten.

Liegen die Überlebensraten verblendeter  $ZrO_2$ -Brücken nach 6 Jahren im Frontzahnbereich im Korridor von 89-100 Prozent und im Seitenzahnbereich nach 5 Jahren bei 90-97 Prozent [11, 14, 17], liegen für monolithische  $ZrO_2$ -Restaurationen noch keine längerfristigen Studiendaten vor.

Für den monolithischen Einsatz kann  $ZrO_2$  im vorgesinterten Zustand mittels manueller Einfärbung der anvisierten Zahnfarbe angepasst oder alternativ vierschichtig voreingefärbte Rohlinge genutzt werden (Abb. 6-7). Ob diese Verfahren eine Möglichkeit für den Frontzahneinsatz bieten, muss im Einzelfall klinisch entschieden werden. Hier spielen die natürlichen Nachbarzähne hinsichtlich Lichtdurchlässigkeit und Helligkeit als Referenz eine wesentliche Rolle. Meist kommt man auch mit Lithiumdisilikat zu hervorragenden Ergebnissen, da in der Regel die Festigkeit hierfür ausreichend ist. Bei hellen, opaken Referenzzähnen kann aber auch  $ZrO_2$ -Keramik mit seinen zahnfarbenen und tendenziell weniger lichtdurchlässigen Eigenschaften ge-





Abb. 6: Anatoform gefräste Kronen aus monolithischem Zirkoniumdioxid, koloriert mit Farbindikatoren (hinten) für die Zahnfarbe nach Sinterung. Quelle: Knappe/Birg



Abb. 7: Verblendfreie Kronen aus semitransparentem Zirkoniumdioxid nach Politur. Quelle: Knappe/Birg

eignet sein. In Kombination mit einer Infiltration und einer oberflächlichen Charakterisierung mit Keramikmalen kann auch mit dem hellen, semitransparenten  $ZrO_2$  ein ästhetisches Ergebnis erzielt werden. Da das Einfärben von  $ZrO_2$  nicht zu Ergebnissen führt, die mit Lithiumdisilikat vergleichbar sind, ist eingefärbtes  $ZrO_2$  eher für Restaurationen im ästhetisch weniger anspruchsvollen Fall geeignet.

Mit dem Verzicht auf eine Verblendung kann bei Einsatz von  $ZrO_2$  substanzschonender präpariert werden. Die Kronenwandstärke kann auf 0,5-0,7 mm abgesenkt werden – eine Dimensionierung, die mit der metallischen Vollgusskrone vergleichbar ist. Auch Verbinderquerschnitte bei Brücken können im Vergleich zu Lithiumdisilikat geringer dimensioniert werden, wobei grundsätzlich immer darauf zu achten ist, dass die Höhe zur dritten Potenz (vertikal extendiert) zur Festigkeit beiträgt. Zur Maskierung stark verfärbter Zahnstümpfe kann die Opazität des Restaurationsmaterials und auch für höhere Wandstärken (bis zu 1 mm) genutzt werden. Um beim antagonistischen Kontakt von  $ZrO_2$  einen Substanzabtrag im Gegenkiefer zu minimieren, muss durch Politur mit entsprechend abgestimmten Poliersystemen eine optimale Oberflächengüte erzielt werden.

### **Neue Werkstoffe: Zirkonverstärkte Glaskeramiken**

Eine Kombination von Silikat und Zirkoniumdioxid sind die neuen Lithiumsilikat-Glaskeramiken (ZLS, Celtra Duo, Celtra Press, Suprinity). Die Glasphase ist mit 10 Volumen-Prozent  $ZrO_2$  dotiert. Diese Dotierung führte zu einer sehr fein dispers verteilten Kristallstruktur (0,5  $\mu m$  Partikelgröße). Die Kombination von kleinen Silikat-Kristallen und amorph in der Glasphase gelöstem Zirkoniumdioxid hatte eine höhere Glasphase im Vergleich zu reinem Lithiumdisilikat zur Folge. Nach Herstellerangaben soll dies die Grundlage für günstigere, optische Eigenschaften im Bereich von 500-700 nm (Nanometer) sein, die im Lichtleitverhalten noch näher an den Wert von Zahnschmelz herankommt. Mit der  $ZrO_2$ -Zugabe wird eine Biegebruchfestigkeit von 350-420 MPa erreicht, vergleichbar mit Lithiumdisilikat.

ZLS-Keramik ermöglicht verschiedene Verarbeitungswege. Eine Werkstoffvariante (Suprinity) wird im vorkristallisierten Zustand CAD/CAM-ausgeschliffen und erreicht



Abb. 8: Cerec-gefertigtes Onlay aus zirkonverstärktem Lithiumsilikat (Celtra Duo) bei der okklusalen Adjustierung. Quelle: Rinke



erst im Kristallisationsbrand seine finale Festigkeit. Beim anderen ZLS-Derivat, dem bereits auskristallisiertes Produkt (Celtra), gibt es zwei Verarbeitungswege: Nach dem Ausschleifen (Cerec) und der Politur kann die Krone sofort adhäsiv eingegliedert werden (Celtra Duo, **Abb. 8**). Weitere Alternativen bieten die CAM-Verarbeitung im ZT-Labor (Celtra CAD CF) oder die Nutzung des Pressverfahrens (Celtra Press). Mittels Glasurbrand kann eine indikationsbezogene Steuerung der Festigkeitseigenschaften erfolgen.

Mit den ZLS-Keramiken stehen effiziente Verfahren zur Herstellung monolithischer Kronen zur Verfügung, mit dem sich aufgrund der guten lichteoptischen Eigenschaften in den meisten Fällen leichter ästhetische Ergebnisse erzielen lassen als dies mit monolithischen  $ZrO_2$ -Restaurationen möglich ist [8]. Berücksichtigt werden muss jedoch, dass ZLS-Restaurationen eine höhere Mindestmaterialstärke erfordern (1,0-1,5 mm) als solche aus  $ZrO_2$ . Mittel- und langfristige Daten zur klinischen Bewährung von ZLS-Keramiken stehen noch aus.

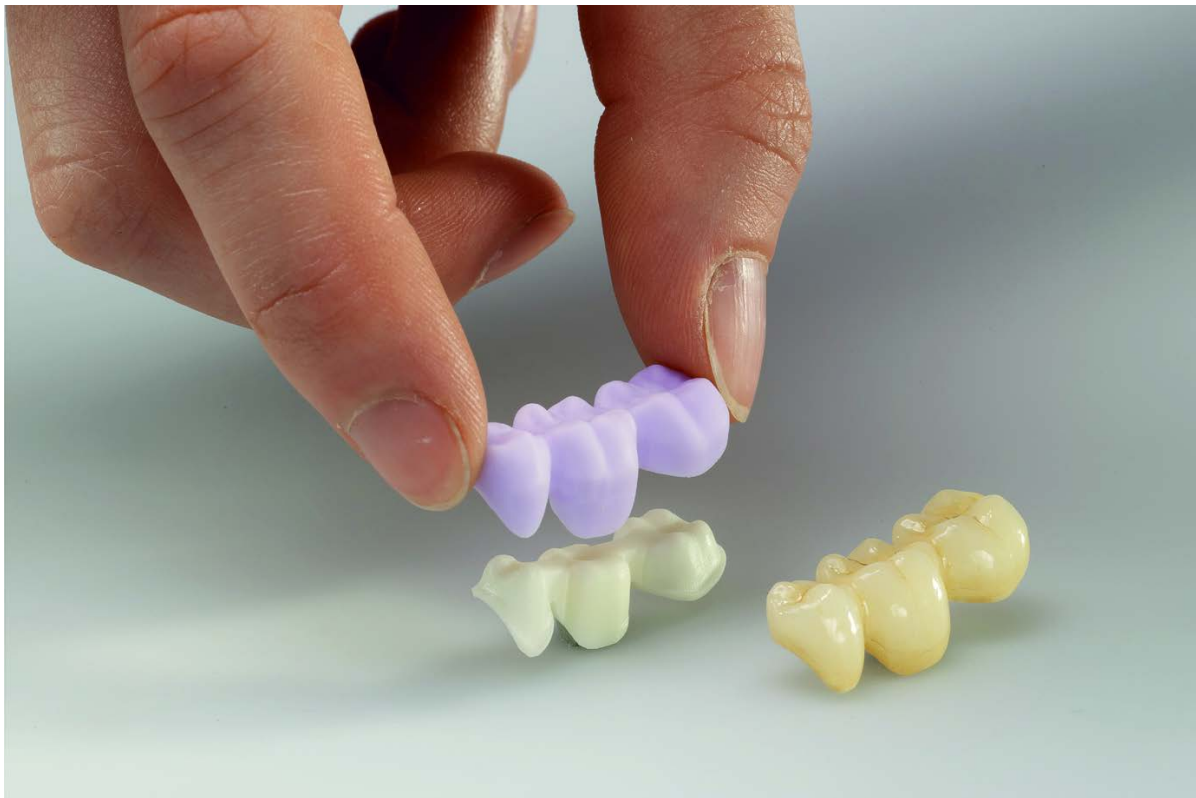


Abb. 9: Gefräste Verblendung (e.max CAD-on) vor der farbgebenden Kristallisation,  $ZrO_2$ -Brückengerüst, verblendete Brücke. Quelle: Ivoclar-Vivadent

### Verblendung aus dem Computer?

Ein technologisch neuer Ansatz, Verblendungen besonders für  $ZrO_2$ -Grüste mit hoher Stabilität herzustellen, bietet das CAD/CAM-Verfahren. Hierbei wird ein vollanatomisch gestaltetes Kronen- oder Brückengerüst konstruiert. Mittels einer Differenzberechnung der äußeren Oberflächenhülle und dem Gerüst als Dentinkern wird der Datensatz aufgespalten und der Raum für eine Verblendung berechnet. Mit den gewonnenen Daten wird das dentinähnlich eingefärbte  $ZrO_2$ -Gerüst um die Verblendschichtdicke zurückgeschliffen. Die Verblendschale selbst wird mit einer Schichtstärke von 1,2-2,0 mm aus Lithiumdisilikat ausgeschliffen und evtl. mit Mal Farben individualisiert. Als Ergebnis liegen beide Strukturen so vor, dass sie perfekt aufeinander

passen und stoffschlüssig mit dem Gerüst verklebt (Rapid-Layer) oder aufgesintert (CAD-on) werden können (**Abb. 9**). Diese Technik der Sinterverbundkronen verbindet die hohe Belastbarkeit des  $ZrO_2$ -Gerüsts mit der Ästhetik und Festigkeit einer Lithiumdisilikat-Verblendung [8].

Neben der computergestützten Verblendtechnik gibt es auch die Möglichkeit des Überpressens (**Abb. 10**). Letztendlich gilt für alle Methoden der Verblendung von Zirkoniumdioxid-Gerüsten, dass die Technologie beherrscht wird und nach vollkeramischen Erfordernissen verfahren wird.



Abb. 10: Überpresstechnik als Verblendung (IPS e.max Press). Quelle: Ivoclar-Vivadent

### Vollkeramiken in der klinischen Bewährung

Für die vollkeramische Kronen- und Brückentechnik haben sich in den vergangenen Jahren besonders Lithiumdisilikat, ferner zirkonverstärktes Aluminiumoxid und Zirkoniumdioxid als Gerüstkeramik mit Verblendung, in längerfristigen klinischen Studien qualifiziert. Die Studien zeigen auch hier wiederum, dass die klinische Bewährung stark vom Einsatzbereich, von den verwendeten Werkstoffen und der Einhaltung materialspezifischer Bedingungen abhängt [35, 37].

Als Nachfolger der leuzitverstärkten Silikatkeramiken zeigen Verblendkronen aus Lithiumdisilikat ( $LS_2$ ) im Front- und Seitenzahnbereich nach 10 Jahren Überlebensraten von 93,0 bis 96,8 Prozent [6, 40, 43, 44]. Vergleicht man diese Ergebnisse anterior und posterior mit klassischen VMK-Kronen, zeigen sich keine relevanten Unterschiede bei den Überlebensraten [22, 34].

Monolithisch gefertigte Kronen aus  $LS_2$  weisen höhere Festigkeiten aus als verblendete  $LS_2$ -Kronen. Die Überlebensraten der Frontzahnkronen sind vergleichbar mit jenen aus Metallkeramik [10, 45]. Der Werkstoff kann für Frontzahnbrücken empfohlen werden [4].

Für monolithische Seitenzahnbrücken aus Lithiumdisilikat konnte nach 10 Jahren eine Erfolgsrate von 87,9 Prozent ausgewiesen werden [9]. Aufgrund der höheren Festigkeit gegenüber der verblendeten Variante haben sich DGZMK und DGPro entschlossen, den Einsatz monolithischer, 3gliedriger  $LS_2$ -Brücken bis zum 2. Prämolare zu unterstützen [4]. Für monolithische  $LS_2$ -Brücken im Molarenbereich liegen noch keine Herstellerfreigaben vor und können evidenzbasiert noch nicht unterstützt werden [15].

Für Kronen aus zirkonoxidverstärktem Lithiumsilikat (ZLS) liegen noch keine mittel- und langfristigen Studien vor. Abrasionsuntersuchungen (Universität Regensburg) und klinische Fallberichte [26] mit günstigen Prognosen für Frontzahnkronen wurden publiziert.

Verblendete Zirkoniumdioxid-Kronen ( $ZrO_2$ ) erzielten in der Frontzahnregion nach 5 Jahren eine Erfolgsrate 99,4 Prozent [18], im Molarenbereich 97,6 Prozent. Allerdings berichteten andere Autoren von Misserfolgen durch Verblendfrakturen auf  $ZrO_2$ -Gerüsten bis zu 25 Prozent [24, 31, 32, 33]. Anfänglich wurden mit  $ZrO_2$  okklusal und zirkulär sehr geringe Wandstärken gewählt; ferner entsprachen die Gerüste nicht dem anatoformen Design und kannten noch keine ausgeprägte Höckerunterstützung. Jedoch führten die beobachteten Chippings oftmals nicht zwangsläufig zur Erneuerung der Restaurationen; lediglich bei Verlust der anatomischen Form, besonders approximal, erfolgte eine Erneuerung. Zwischenzeitlich sind die Gründe für diese Misserfolge erkannt worden [1, 36, 29]. Mehrere Autoren schlussfolgerten, dass die Überlebensraten von  $ZrO_2$ -Kronen vielversprechend sind.

Mit Brücken im Frontzahnbereich erzielten 3gliedrige, verblendete Rekonstruktionen mit  $ZrO_2$ -Gerüsten nach 6 Jahren eine Überlebensrate bis zu 100 Prozent [14, 46]. Hingegen zeigten weitspannige, verblendete Brücken mit 4 bis 7 Gliedern im Front- und Seitenzahnbereich nach 5 Jahren eine erhöhte Misserfolgsrate; die Überlebensrate erreichte nur 82 Prozent – Gerüstfrakturen gab es zwar kaum, aber Wurzelfrakturen, endodontische Zwischenfälle, Dezementierungen sowie Chippings senkten die klinische Erfolgsrate. Der Autor resümierte, dass weitspannige  $ZrO_2$ -Brücken besonders im Molarenbereich mit einem höheren Risiko behaftet sind als anterior [38].

Für verblendete Keramikbrücken im Seitenzahnbereich liegt ausreichend klinische Evidenz vor. Mit 3-4gliedriger Zirkonoxid-verstärkter Aluminiumoxidkeramik (In-Ceram Zirconia) wurden Erfolgsraten nach 5 Jahren in situ von 90 bis 96,8 Prozent erreicht [5, 9]; nach 10 Jahren wurden 84,6 Prozent protokolliert [2]. 3gliedrige  $ZrO_2$ -Brücken (Lava) als Lückenschluss für den 2. Prämolare und 1. Molar kamen nach 5 Jahren auf 90 Prozent Erfolgsquote; hierbei wiesen 20 Prozent der Verblendungen leichte und ausgeprägte Chippings auf [25].

Der Retentionsverlust und somit die Bedeutung der Befestigung wurde in einer weiteren Studie deutlich: Konventionell befestigte  $ZrO_2$ -Brücken mit 3-4 Gliedern (Cercon) erreichten nach 4 Jahren eine Überlebensrate von 94 Prozent. Unterkieferbrücken zeigten ein erhöhtes Risiko für Retentionsverlust. Daraus ist zu folgern, dass Zink-



oxidphosphatzement zwar keinen negativen Einfluss auf die Frakturstabilität hat, aber auch keine ausreichende Retentionsstabilität bietet, insbesondere bei einer erhöhten Pfeilermobilität in der Mandibula durch die Deformation beim Kauen [30]. Deshalb sollte die axiale Pfeilerhöhe bei konventioneller Zementierung mindestens 4 mm betragen. Bei größeren Brückenkonstruktionen wird von einigen Autoren wahlweise eine Innenflächen-vorbereitende Korundstrahlung [7] und als Befestigungsmedium ein selbstadhäsives Komposit mit sauren Monomeren oder Phosphat-Monomer mit Primer empfohlen. Gleichwohl sollte immer berücksichtigt werden, dass die Verbundfestigkeit des Dentinbondings sehr alterungsabhängig ist und deshalb auf eine retentive Präparationsform nicht verzichtet werden sollte [42].

Weitere Gründe für Misserfolge zeigte eine Studie mit verblendeten, 3-4gliedrigen posterioren ZrO<sub>2</sub>-Brücken aus Cercon. Komplikationen entstanden durch Verblendfrakturen, Pfeilverluste und Dezementierungen. Nach 7 Jahren wurde eine Überlebensrate von 83,4 Prozent erhoben [27].

Auf einen der Gründe für Misserfolge verblendeter ZrO<sub>2</sub>-Brücken im Frontzahn- und Seitenzahnbereich wiesen einige Studien hin [19]: Funktionelle Defizite bei Patienten mit Parafunktionen lösten Gerüst- und Verblendfrakturen aus und senkte die Überlebensrate nach 5 Jahren auf 89,8 Prozent. Auch auf implantatgetragenen Kronen und Brücken mit ZrO<sub>2</sub>-Gerüst (anterior und posterior) wurden nach 5 Jahren 12 Prozent Misserfolge durch Gerüst- und Verblendfrakturen sowie Dezementierungen beobachtet, ausgelöst durch Parafunktionen bzw. Bruxismus [12, 13, 19]. Zweifellos stellt Bruxismus generell eine hohe Belastung für prothetische Versorgungen und somit ein Risikofaktor dar. In diesen Fällen ist es angezeigt, einen Aufbissbehelf als „Stressbreaker“ für die Nacht zu empfehlen.

Herstellerseitig wird monolithisches ZrO<sub>2</sub> zur Versorgung von Bruxismus-Patienten empfohlen. Zur klinischen Bewährung von monolithischem ZrO<sub>2</sub> liegen allerdings noch keine längerfristigen Daten vor. In In-vitro-Studien wurde die hohe Festigkeit des Werkstoffs für Molarenkronen untersucht. Es zeigte sich, dass hohlkehlenpräparierte Kronen mit Wandstärken von 0,5 mm okklusal kein Frakturrisiko enthalten [20] bzw. ähnlich stabil sind wie dickwandige Restaurationen [16]. Literaturbelegt ist die Bedingung, dass verblendfreie ZrO<sub>2</sub>-Kronen und -Brücken von maschinellen Frässpuren befreit und mit einer perfekten glatten Oberfläche versehen werden müssen, um die Antagonisten zu schonen.

Die Eignung bei massivem Bruxismus wurde anhand monolithischer Kronen schon klinisch untersucht. Nach 2 Jahren in situ wurde vertikal ein Substanzabtrag festgestellt. Zahnschmelz auf Antagonisten wurde um 46 µm abradiert, die ZrO<sub>2</sub>-Krone verlor 14 µm; die Abrasion auf kontralateralen Zähnen betrug 19-26 µm. Der Autor resümierte, dass monolithisches ZrO<sub>2</sub> mehr Schmelz abradiert als andere Keramiken [41]. Dieses klinische Ergebnis steht jedoch im Widerspruch zu in-vitro Kausimulationen mit monolithischen ZrO<sub>2</sub>-Kronen; die Testungen ergab, dass Substanzverluste am Antagonisten sogar geringer waren als bei verblendeten Kronen, wenn das ZrO<sub>2</sub> mehrstufig handpoliert war [39]. Es fehlen also noch auf breiter Basis gewonnene Daten zur Abrasion, wenn praxisnah monolithische ZrO<sub>2</sub>-Kronen intraoral eingeschliffen und lediglich im Mund des Patienten poliert werden können.

## Metallgestützt vs. Vollkeramik

Kronen und Brücken aus Vollkeramiken müssen sich als alternative Werkstoffe an den bisher als „Goldstandard“ geltenden, metallgestützten Versorgung und deren Überlebensraten messen lassen. Dafür wurde die klinische Erfolgsicherheit metallgestützter und vollkeramischer Brücken im mittelfristigen Vergleich bewertet.

In einer 3jährigen Studie wurden 49 Patienten mit 48 VMK-Kronen und 52 ZrO<sub>2</sub>-Verblendkronen im Molarenbereich versorgt. Nach 3 Jahren überlebten 97,6 Prozent der VMK-Kronen; durch Verblendfrakturen und endodontische Komplikationen sank die Erfolgsrate auf 90,9 Prozent. Von den ZrO<sub>2</sub>-Kronen überlebten 95,2 Prozent; Chippings und endodontische Zwischenfälle sowie Sekundärkaries senkten das Ergebnis auf 86,8 Prozent [28].

Unter Berücksichtigung neuester Erkenntnisse im technischen und klinischen Prozedere mit ZrO<sub>2</sub> wurde der Outcome von 3-5gliedrigen, verblendeten ZrO<sub>2</sub>- und VMK-Brücken (76 Fälle) im FZ- und SZ-Bereich verglichen. Nach 3 Jahren hatten jeweils 100 Prozent der Brücken überlebt. Leichte Chippings waren aufgetreten: 25 Prozent bei ZrO<sub>2</sub>- und 19,4 Prozent bei VMK-Restaurationen [32]. In einer randomisierten, multizentrischen Studie wurden von 115 Zahnärzten 10 unterschiedliche Gerüst- und Verblendkombinationen (293 Fälle) kontrolliert. Hierbei wurden 3gliedrige Brücken aus ZrO<sub>2</sub> und VMK posterior eingegliedert. Nach 3 Jahren in situ zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Lediglich nichtleuzit-verstärkte Verblendungen zeigten Chippings auf ZrO<sub>2</sub> und auf VMK [3].

### Fazit – Quid faciam?

Wie bei anderen zahnärztlichen Eingriffen beeinflussen mögliche Komplikationen das Behandlungsverfahren. Bei der Risikobewertung sollte die Versorgung mit vollkeramischen Kronen und Brücken gegen eine Standardtherapie mit metallgestützten Versorgung abgewogen werden. Besonders Patienten mit Bruxismus sollten auf das erhöhte Frakturrisiko vollkeramischer Versorgung hingewiesen werden. Klinische Funktionsstörungen sollten vorab durch funktionskorrigierende Maßnahmen behandelt werden. Bei der Wahl der Therapieform mit vollkeramischen Versorgung spielt die Behandlungserfahrung des Zahnarztes eine entscheidende Rolle. Da die Eigenschaften von Keramiken sich deutlich von Metalllegierungen unterscheiden, sollten die Empfehlungen der Hersteller hinsichtlich Indikation und Werkstoffauswahl, Präparationsformen, morphologischer Restaurationsgestaltung, Wand- und Verbinderstärken, Verarbeitungsverfahren und Befestigungstechnik beachtet werden. Und generell gilt weiterhin die Empfehlung, sich mit den Merkmalen und Eigenheiten der Werkstoffe auseinanderzusetzen: Think Ceramics !!

*Prof. Dr. Peter Pospiech, Charité Berlin - Manfred Kern, Schriftführung AG Keramik*  
[info@ag-keramik.de](mailto:info@ag-keramik.de) URL: [www.ag-keramik.de](http://www.ag-keramik.de)

*Kontaktadresse:*  
*AG Keramik, Postfach 100 117, D-76255 Ettlingen*

## Literatur:

- [1] Al-Amleh B, Lyons K, Swain M: Clinical trials in zirconia – a systematic review. J Oral Rehabil 2010; 37: 641-652
- [2] Chaar MS, Passia N, Kern M: Ten-year clinical outcome of three-unit posterior FDP's made from a glass-infiltrated zirconia reinforced alumina ceramic (In-Ceram Zirkonia). J Dent 2015; 43(5): 512-517
- [3] Christensen RP, Ploeger BJ: A clinical comparison of zirconia, metal and alumina fixed-prosthesis framework veneered with layered or pressed ceramic – a three-year report. J Am Dent Assoc 2010; 141(11): 1317-1329
- [4] DGZMK, DGPro et al.: S3-Leitlinie Kronen und Brücken aus Vollkeramik . AWMF Reg.Nr. 083-012. Veröffentlicht in: Zahnärztl. Mitteil 2015; 7; epub 30.03.2015
- [5] Eschbach S, Wolfart S, Bohlsen F, Kern M: Clinical evaluation of all-ceramic posterior three-unit FDPs made of In-Ceram Zirconia. Int J Prosthodont 2009; 22: 490-492
- [6] Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, Reich S, Edelhoff D: Clinical results of lithium disilicate crowns after up to 9 years of service. Clin Oral Investig 2013; 17: 275-284
- [7] Kern M: Bonding to oxide ceramics-Laboratory testing versus clinical outcome. Dent Mater 2015; 31(1): 8-14.
- [8] Kern M, Beuer F, Frankenberger R, Kohal RJ, Kunzelmann KH, Mehl A, Pospiech P, Reiss B: Vollkeramik auf einen Blick. 2015, 6. Auflage deutsch, AG Keramik
- [9] Kern M, Sasse M, Wolfart S: Ten-year outcome of three-unit fixed dental prostheses made from monolithic lithium disilicate ceramic. J Am Dent Assoc 2012; 143: 234-240
- [10] Kerschbaum T: Langzeitüberlebensdauer von Zahnersatz – eine Übersicht. Quintessenz 2004; 55: 1113-1126
- [11] Kerschbaum T, Faber FJ, Noll FJ: Komplikationen von Cercon-Restaurationen in den ersten fünf Jahren. Dtsch Zahnärztl Z 2009; 64: 81-89
- [12] Kolgeci L, Mericske E, Worni A, Walker P; Katsoulis J, Mericske-Stern R: Technical complications and failures of zirconia-based prostheses supported by implants followed up to 7 years – a case series. Int J Prosthodont 2014; 27(6): 544-552
- [13] Le M, Papia E, Larsson C: The clinical success to tooth- and implant-supported zirconia-based fixed dental prostheses – a systematic review. J Oral Rehabil 2015; 42(6): 467-480
- [14] Lops D, Mosca D, Casentini P, Ghisolfi M, Romeo E: Prognosis of zirconia ceramic fixed partial dentures – a 7-year prospective study. Int J Prosthodont 2012; 25: 21-23



- [15] Makarouna M, Ullmann K, Lazarek K, Boening KW: Six-year clinical performance of lithium disilicate fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2011; 24: 204-206
- [16] Mitov G, Anastassova-Yoshida Y, Nothdurft FP, von See C, Pospiech P: Influence of the preparation design and artificial aging on the fracture resistance of monolithic zirconia crowns. *J Adv Prosthodont* 2016; 8(1): 30-36
- [17] Molin MK, Karlsson SL: Five-year clinical prospective evaluation of zirconia-based Denzir 3-unit FPSs. *Int J Prosthodont* 2008; 21: 223-227
- [18] Monaco C, Caldari M, Scott R: Clinical evaluation of 1,132 zirconia-based single crowns – a retrospective cohort study from the AIOF clinical research group. *Int J Prosthodont* 2013; 26: 435-442
- [19] Monaco C, Caldari M, Scott R: Clinical evaluation of tooth-supported zirconia-based fixed dental prostheses: a retrospective cohort study from the AIOF clinical research group. *Int J Prosthodont* 2015; 28(3): 236-238
- [20] Nakamura K, Harada A, Inagaki R, Kanno T, Niwano Y, Milleding P, Örtengren U: Fracture resistance of monolithic zirconia molar crowns with reduced thickness. *Acta Odontol Scand* 2015; 73(8): 602-608
- [21] Nordahl N, Vult von Steyern P, Larsson C: Fracture strength of ceramic monolithic crown systems of different thickness. *J Oral Sci* 2015; 57: 255-261
- [22] Pjetursson BE, Sailer I, Makarov NA, Zwahlen M, Thoma DS: All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs). A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs. *Dent Mater* 2015; 31(6): 624-639
- [23] Pospiech P: Chipping – Systemimmanente oder verarbeitungsbedingte Probleme? *Quintessenz* 2010; 61(2): 173-181
- [24] Raigroski AJ, Chiche GJ, Potiket N, Hochstedler JL, Mohamed SE, Billiot S, 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: 237-244
- [25] Raigrodski AJ, Yu A, Chiche GJ, Hochstedler JL, Mancl LA, Mohamed SE: Clinical efficacy of veneered zirconium dioxide-based posterior partial fixed dental prostheses – 5-year results. *J Prosthet Dent* 2012; 108(4): 214-222
- [26] Rinke S: Einsatzmöglichkeiten zirkonoxidverstärkter Lithiumsilikatkeramiken. *Quintessenz Zahntechnik* 2014; 5: 536-546
- [27] Rinke S, Gersdorff N, Lange K, Roediger M: Prospective evaluation of zirconia posterior fixed partial dentures – 7-year clinical result. *Int J Prosthodont* 2013; 26(2): 165-171

- [28] Rinke S, Schäfer S, Lange K, Gersdorff N, Roediger M: Practice-based clinical evaluation of metal-ceramic and zirconia molar crowns – 3-year results. *J Oral Rehabil* 2013; 40(3): 228-237
- [29] Rinke S, Fornefett D, Gersdorff N, Lange K, Roediger M: Multifactorial analysis of the impact of different manufacturing processes on the marginal fit of zirconia copings. *Dent Mater* 2012; 31(4): 601-609
- [30] Roediger M, Gersdorff N, Huels A, Rinke S: Prospective evaluation of zirconia posterior fixed partial dentures – 4-year clinical results. *Int J Prosthodont* 2010; 23(2): 141-148
- [31] Sailer I, Pjetursson BE, Zwahlen M, Hämmerle CH: A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: Fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18: 86-96
- [32] Sailer I, Gottnerb J, Kanelb S, Hämmerle 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(6): 553-560
- [33] Sailer I, Bonani T, Brodbeck U, Hämmerle CH: Retrospective clinical study of single-retainer cantilever anterior and posterior glass-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses at a mean follow-up of 6 years. *Int J Prosthodont* 2013; 26: 443-450
- [34] Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE: All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs). A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater* 2015; 31(6): 603-623
- [35] Sax C, Hämmerle CH, Sailer I: 10-year clinical outcomes of fixed dental prostheses with zirconia frameworks. *Int J Comput Dent* 2011; 14: 183-202
- [36] Schley JS, Heussen N, Reich S, Fischer J, Haselhuhn K, Wolfart S: Survival probability of zirconia-based fixed dental prostheses up to 5 year – a systematic review of the literature. *Eur J Oral Sci* 2010; 118: 443-450
- [37] Schmitt J, Göllner M, Lohbauer U, Wichmann M, Reich S: Zirconia posterior fixed partial dentures – 5-year clinical results of a prospective clinical trial. *Int J Prosthodont* 2012; 25: 585-589
- [38] Schmitter M, Mussotter KL, Rammelsberg P, Gabbert O, Ohlmann B: Clinical performance of long-span zirconia framework for fixed dental prostheses – 5-year results. *J Oral Rehabil* 2012; 39(7): 552-557
- [39] Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M, Figge D, Edelhoff D, Lümke mann N: Werkstoffkunde-Update – Zirkonoxid und seine Generationen, von verblendet bis monolithisch. *Quintessenz Zahntech* 2016; 42(6): 740-765

- [40] Steger B: Survival analysis and clinical follow-up examination of all-ceramic single crowns. *Int J Comput Dent* 2010; 13: 101-119
- [41] Stober T, Bermejo JL, Schwindling FS, Schmitter M: Clinical assessment of enamel wear caused by monolithic zirconia crowns. *J Oral Rehabil* 2016 May; Epub ahead of print
- [42] Tjäderhane, L: Dentin bonding - Can we make it last? *Oper Dent* 2015; 1: 4-18
- [43] Valenti M, Valenti A: Retrospective survival analysis of 261 lithium disilicate crowns in a private general practice. *Quintessence Int* 2009; 40(7): 573-579
- [44] Valenti M, Valenti A: Retrospective survival analysis of 110 lithium disilicate crowns with feather-edge marginal preparation. *Int J Esthet Dent* 2015; 10(2): 246-257
- [45] Walton TR: The up to 25-year survival and clinical performance of 2,340 high gold-based metal-ceramic single crowns. *Int J Prosthodont* 2013; 26: 151-160
- [46] Wolleb K, Sailer I, Thoma A, Menghini G, Hämmerle CH: Clinical and radiographic evaluation of patients receiving both tooth- and implant-supported prosthodontic treatment after 5 years of function. *Int J Prosthodont* 2012; 25: 252-259