

Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V.

Society for Dental Ceramics (SDC) - Association pour la Céramique Dentaire (ACD)

Secretary/Schriftführung & Medienbetreuung: Manfred Kern, Tel. (0611) 401278, Mobil 0172-6138297, Fax (0611) 405150, eMail: kern.ag-keramik@t-online.de URL: www.ag-keramik.eu

Head Office/Geschäftsstelle: AG Keramik, Postfach 10 01 17, D-76255 Ettlingen, BRD.

Scientific Board/Wissenschaftlicher Beirat der AG Keramik: Prof. Dr. Daniel Edelhoff, München - Prof. Dr. Roland Frankenberger, Marburg - Prof. Dr. Matthias Kern, Kiel – Prof. Dr. Raph-Joachim Kohal, Freiburg - Prof. Dr. Karl-Heinz Kunzelmann, München - Prof. Dr. Peter Pospiech, Homburg/Saar - Prof. Dr. Winfried Walther, Karlsruhe - PD Dr. Florian Beuer, Universität München - Dr. Bernd Reiss, Malsch - Dr. Klaus Wiedhahn, Buchholz.

International Partner/Kooperationspartner: Prof. Dr. Claude Archien, Université Henri Poincaré, Nancy – Prof. Dr. Michael Behr, Universität Regensburg – Prof. Dr. Claus Peter Ernst, Universität Mainz - Prof. Dr. Dr. Albert Mehl, Universität Zürich – Prof. Dr. Lothar Pröbster, Tübingen/Wiesbaden - Prof. Dr. Ariel J. Raigrodski, University of Washington, Seattle – Prof. Dr. Sven Reich, RWTH Aachen - Prof. Dr. Howard E. Strassler, University of Maryland, Baltimore – Prof. Dr. Masao Yamazaki, Clinical Dental Society, Tokyo – Prof. Dr. Stefan Wolfart, RWTH Aachen – PD Dr. Petra Güß, Universität Freiburg - PD Dr. Stefan Holst, Universität Erlangen - PD Dr. Ulrich Lohbauer, Universität Erlangen – PD Dr. Martin Rosentritt, Universität Regensburg – PD Dr. Susanne Scherrer, Universität Genf.

Basisbericht vom 12. Keramiksymposium



Licht ins Dunkel der Verblendfrakturen

12. Keramik-Symposium bewertet Fortschritte der Vollkeramik.

Das alljährlich stattfindende Keramiksymposium der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde (AG Keramik) hat sich in jüngster Zeit zu einer viel beachteten Informationsplattform für die vollkeramische Restauration entwickelt. Das 12. Keramiksymposiums, das im Rahmen des Deutschen Zahnärztetages 2012 in Frankfurt/Main stattfand, hatte jene themenübergreifende Synthese gefördert, die den Wert einer Fortbildungsveranstaltung auszeichnet.

Eine Neubewertung der Präparationsregeln für Keramik-Inlays und -Teilkronen fand in den letzten 20 Jahren nicht statt. Ausgehend von den Präparationsrichtlinien für Edelmetall-Restaurationen hat man in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts die Präparationskriterien für silikatkeramische Inlays, Onlays und Teilkronen solange

optimiert, bis die Indikationen mit den damals verfügbaren Werkstoffen erfolgreich bedient werden konnten. Das Mantra für Vollkeramik in der Kons lautete seit dieser Zeit stets, dass z.B. eine Mindestschichtstärke der Okklusalfäche von 1,5 mm einzuhalten und der Öffnungswinkel größer als der von Goldinlays anzustreben sei – unbeeindruckt von der Tatsache, dass zwischenzeitlich Dentinadhäsive und Kleber für einen innigen Kontakt zur Restzahnschubstanz sorgen und die modernen Keramikwerkstoffe einen erheblichen Zugewinn an Festigkeit und Risszähigkeit ausweisen können.



Abb. 1: Die Referenten des 12. Keramiksymposiums (von links) – PD Dr. Martin Rosentritt, Regensburg – Dr. Bernd Reiss, Malsch – Prof. Michael Behr, Regensburg – Dr. Klaus Wiedhahn, Buchholz – Prof. Karlheinz Kunzelmann, München. Nicht im Bild: Dr. Oliver Ahlers, Hamburg. Foto: AG Keramik/Kern

Prof. Dr. Karlheinz-Kunzelmann (Abb. 1), Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie an der LMU München, hatte die alten Präparationsregeln kritisch unter die Lupe genommen und in dem Referat „Neue Präparationskonzepte für Keramikinlays und Keramikteilkronen“ dazu Stellung bezogen. Die höhere Biegebruchfestigkeit von Lithiumdisilikatkeramik erlaubt es heute, die Mindestschichtstärke der Okklusalfäche auf 1,0 mm abzusenken. Die Präzision moderner Press- und CAD/CAM-Technik ermöglicht es außerdem, dass man für Keramikrestorationen den gleichen Divergenzwinkel wie bei Goldinlays einhalten kann. Dadurch kann gesunde Zahnhartsubstanz erhalten werden. Bei koronalen Kavitätenaufbauten, die direkt auf der Zahnhartsubstanz aufliegen, kann die Keramikschichtstärke von Lithiumdisilikatkeramik außerhalb von okklusalen Kontakten auf 0,8 mm verringert werden.

Schichtstärke für Kauflächen neu definiert

Die Frage, ob ein dicker Kompositaufbau unter einer Keramikteilkrone die Keramikschichtdicke reduzieren soll oder ob man auf den Kompositaufbau verzichtet, kann zugunsten der dickeren Keramikteilkrone entschieden werden. Kausimulationen zeigten, dass die Festigkeit bei einer dicken Kompositaufbauauffüllung niedriger ist. Die

Kausimulation mit Kauflächen-Veneers bewies, dass hier eine Schichtstärke von 0,8 mm ausreicht. Im Labor war es sogar möglich, Prüfkörper mit 0,3 mm und 0,6 mm Dicke mit 1 Million Kauzyklen (50 Newton) zu belasten, ohne dass diese frakturiert sind.

Kunzelmann resümierte, dass von der bisherigen Forderung, 1,5 mm Schichtdicke einzuhalten, abgewichen werden kann und soll. Mit adhäsiv befestigter Lithiumdisilikatkeramik kann die Okklusaldicke im Bereich der Okklusalkontakte auf 1,0 mm und außerhalb okklusaler Kontakte auf 0,8 mm reduziert werden. Durch die reduzierte Kavitätentiefe ist der Restzahn deutlich stabiler und schützt so wiederum die Restauration. Da die Eigenstabilität des Zahnes ein wichtiger Faktor für die Langzeitstabilität darstellt, sollten mesiale oder distale Randleisten erhalten bleiben, wenn dies möglich ist. Die Präparation orientiert sich zunächst nur an der Größe des vorhandenen Defekts. Eine aktuell kariessfreie Approximalfläche wird nicht in die Präparation einbezogen, wenn das Risiko, dass diese Fläche in absehbarer Zeit einen kariösen Defekt entwickeln wird, gering ist. Die sogenannte Kariesrisikoanalyse bekommt so eine wichtige Bedeutung für die Präparation.

Bei ausgedehnten Defekten verläuft der Kavitätenrand häufig im Bereich der Höcker- spitzen oder im Bereich okklusaler Kontaktpunkte. Klinisch beobachtet man bei diesen Situationen oft Absplitterungen des Keramikrandes oder benachbarter Schmelz- ränder. Eine Höckerüberkuppelung kann hier Abhilfe schaffen. Allerdings müssen nicht alle Abschnitte des betroffenen Höckers reduziert werden. Es reicht, wenn die Schichtdicke für Keramik im Bereich des Kontaktes angelegt wird (**Abb. 2-3**). Die restliche Zahnhartsubstanz kann auch bei Überkuppelung einzelner Höckerabschnitte geschont werden.



Abb. 2-3: Schichtdicke wird nur dort benötigt, wo die Kaulast wirkt. Quelle: Kunzelmann

Eine zirkuläre Stufenpräparation mit abgerundeter Innenkante oder Hohlkehle ist zwar eine traditionelle Präparationsempfehlung, aber laut *Kunzelmann* heute nicht mehr erforderlich. Die Adhäsivtechnik ist substanzschonend, denn sie erfordert keine extrakoronale Umfassung. Der Referent wies darauf hin, dass die Forderung für eine "Teilkrone", die gesamte Kaufläche in die Präparation zu integrieren, durch die Abrechnungsvorschriften vorgegeben ist. Bei Adhäsivrestaurationen mit Höckerersatz ist das aber keineswegs notwendig, so dass diese Abrechnungsposition zu mehr Zahnhartsubstanzverlust verleiten kann als oft klinisch notwendig ist.



Abb. 4-6: Beispiel einer Keramikteilkrone. Quelle: Krekel/Kunzelmann

Konservativ ist *Kunzelmann* bei der Stabilisierung geschwächter Höcker. Sobald die Höcker nur noch aus Schmelz bestehen, tendiert er zu einer Höckerüberkuppelung, obwohl auch eine adhäsive Stabilisierung denkbar wäre. Bei tiefgehenden Kariesdefekten wird oftmals zum Stiftaufbau gegriffen, obwohl hier die Gefahr besteht, dass beim Einbringen die Zahnwurzel gesprengt wird. Hier bietet die Endo-Inlay-Krone, zumindest im Molarenbereich, eine Alternative, die keinen Wurzelstift benötigt. Bio-

mechanische Belastungstests mit Bruchprovokation vs. Titan-Stiftaufbauten zeigten, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Versorgungsarten (Stift vs. Endo-Inlay-Krone) gibt.

Aus Lithiumdisilikat gefertigte Kauflächen-Veneers, adhäsiv auf Schmelz befestigt und angezeigt für Bisserrhöhungen nach Erosionen oder Verschleiß, zeigten klinisch gute Ergebnisse. Der Verzicht auf eine Hohlkehle fördert den Substanzerhalt. Als Tipp zur Befestigung der provisorischen Versorgung vor dem Einsetzen der Kauflächen-Veneers wies *Kunzelmann* auf die Möglichkeit hin, den Schmelz an mehreren Stellen punktuell anzuätzen und die Provisorien mit einem „flowable“-Komposit oder einfacher mit einem "nicht-funktionellen" Bondingmaterial (z.B. Heliobond, Ivoclar) zu befestigen. Auf keinen Fall dürfen Provisorien mit einem Dentinadhäsiv fixiert werden. Da bei der Einprobe und nach definitiver Befestigung meist ein Einschleifen erforderlich ist, ist eine mehrstufige Politur angezeigt. Dafür haben sich elastische Polierer mit Feinstkorndiamantfüllung bewährt, die in der Regel unter Wasserkühlung eingesetzt werden.

Abschließend fasste der Referent zusammen, dass Lithiumdisilikat aufgrund der höheren mechanischen Festigkeit dünnere Restaurationen ermöglicht und so wesentlich zu einer deutlichen Schonung der Zahnhartsubstanz beiträgt, wenn Keramik-Inlays und -Teilkronen (**Abb. 4-6**) indiziert sind.

Bruxismus und Vollkeramik – geht das?

Restaurative Versorgungsformen zielen darauf ab, zerstörte oder fehlende Zahnhartsubstanzen funktionsgerecht wiederherzustellen. Hierbei verfolgt der Zahnarzt das Ziel, die fehlende Zahnhartsubstanz mit möglichst wenig Substanzverlust so wiederherzustellen, dass Ästhetik und Funktion weitgehend dem natürlichen Vorbild entsprechen. Dazu zählt auch die Wiederherstellung einer physiologischen Fossa-Diskus-Kondylus-Relation bei Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen. Eine Herausforderung sind Patienten, die unter Bruxismus leiden - also exzessiv die Zähne zusammenpressen und knirschen. Dadurch kommen vorhersehbar auf geplante Restaurationen erhöhte oder gar extreme mechanische Belastungen zu. Das Ausweichen auf metallische Restaurationen wäre in dieser Situation zwar angezeigt, ist aber bei ästhetischen Erwartungen dem betreffenden Patienten oft nicht vermittelbar – und erfordert in der Regel vergleichsweise invasive Präparationen.

Lösungen für Patienten mit instabiler Gelenkposition bot *Priv.-Doz. Dr. M. Oliver Ahlers*, CMD-Centrum Hamburg-Eppendorf und Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde am UKE Hamburg. Der ausgewiesene CMD-Spezialist zeigte mit dem Thema „Funktionelle Rekonstruktionen mit keramischen Werkstoffen“ neue, atraumatische Wege für eine Kiefergelenk-schonende Therapie mit Repositions-Inlays und -Veneers auf. Einleitend erläuterte der Referent, dass die gestörte statische und dynamische Okklusion zu einer Parafunktion wie Pressen und Knirschen führen kann. Umgekehrt kann aber auch das Kauorgan zur emotionalen Entlastung genutzt werden mit der Folge, dass sich dadurch die Belastung der Zähne und sukzessive auch die Okklusion selbst ändert. Weitere Gründe hierfür sind Überlastungen der Kaumuskelatur durch deren Heranziehung zur Unterstützung und zum Ausgleich der Haltemuskulatur. In der Folge kann es zu einer dorso-cranialen Kompression und schmerzhaften Verlagerungen des Kondylus und Diskus im Kiefergelenk kommen. Initiales Therapieziel hierbei ist die Detonisierung der Muskulatur durch eine Initialbehandlung. Offenbart sich dabei ein Verlust an Zahnhartsubstanz, ist in der weite-

ren Folge ein Okklusionsausgleich erforderlich, um den Kiefer wieder in reponierter Lage einzustellen.

Eine subtraktive Therapie per Einschleifen ist dabei nur zulässig, wenn die Kiefergelenke in einer dekomprimierten Position stehen; eine bestehende Kompression würde durch eine Einschleiftherapie eher verschlimmert. Additive Therapien hingegen erfolgten bislang mittels klassischer Therapiewege wie Präparation und Lokalanästhesie, gefolgt von einer Kieferrelationsbestimmung und der zeitnahen Anfertigung passender Provisorien. Diese Abfolge stellt gerade bei Patienten mit instabil geführten Kiefergelenken ein großes Problem dar, weil unter der Belastung durch die Präparation bei entsprechend empfindlichen Patienten Veränderungen der Gelenkstellung um einen Millimeter und mehr auftreten. Diese resultieren aus empfindlichen Veränderungen der Okklusion, was dazu führt, dass beim klassischen Vorgehen diese Veränderungen im Rahmen der zahnärztlichen Behandlung regelrecht „zementiert“ werden. Eine Kieferrelationsbestimmung unter Nutzung eines individuellen Modells und funktionskorrigierender Provisorien lösen das Problem nicht, weil dennoch die Veränderung der Bisslage bleibt und die direkten Provisorien diese fortschreiben.

Die Lösung liegt darin, über den gesamten Therapieweg die Diskoordination zu minimieren und die Kieferposition zu stabilisieren. Die angestrebte Veränderung wird mit einer dreidimensional konstruierten Okklusionsschiene eingeleitet. Die korrekte Übertragung der registrierten oder auf Basis von Registraten festgelegten therapeutischen Kieferposition sichert eine Bissübertragungsschablone aus additionsvernetztem Registratssilikon. Das Ausmaß des Zahnschubstanzverlustes und die korrigierte Kieferposition werden im Artikulator erkennbar. In der Folge wird dann die Kieferposition an den Therapieverlauf angepasst. Kleinere Änderungen der Schienenokklusion können dabei direkt im Mund erfolgen; größere Änderungen mit Einfluss auf die Kieferposition hingegen sollten auf Grundlage von Registraten außerhalb des Mundes, kontrolliert im Artikulator, umgesetzt werden. Neben qualitativen Vorteilen führt dieses Vorgehen auch dazu, dass von der letzten Kieferposition ein Registrat vorhanden ist, das Grundlage der späteren Weiterbehandlung ist.

Auf einem zweiten Modell werden die funktionskorrigierenden Kauflächen aufgewachst. Das Wax-up in korrigierter, vertikaler Dimension und Kieferrelation ist der erste Schritt und stützt die Stützhöcker tripodisch ab. Auf dieser Grundlage können entweder okklusale Repositions-Onlays oder -Veneers aus Kunststoff als semipermanente Versorgung oder aus Silikatkeramik als permanente Versorgung hergestellt werden (**Abb. 7-11**). Hierbei werden die Kauflächen voll ersetzt ohne die Extension einer Dreiviertel- oder Vollkrone mittels einer invasiven Präparation. Die Ausführung als keramische, adhäsiv befestigte Kaufläche in Form einer Okklusionsschale gewährleistet eine ästhetische Adaptation an die benachbarten Zähne. Eine invasive Präparation wird vermieden, die metallfreie Keramik bietet bei thermischen Reizen eine wirkungsvolle Temperaturisolierung. Bei Verwendung hochfester Glaskeramiken (Lithiumdisilikat) ist von einem schmelzähnlichen Verschleißverhalten auszugehen. Die klinische Bewährung und die Überlebensdauer dieser funktionskorrigierenden Restaurationen hat die Hamburger Arbeitsgruppe um Ahlers mittlerweile wissenschaftlich belegt [1] und in einer eigenen klinischen Studie untermauert [2]. Zur Umgehung von Duplikatmodellen bietet sich an, die funktionskorrigierten Repositions-Inlays im Modell zu scannen und als CAD/CAM-Datensatz aufzubereiten. Dadurch könnten die Restaurationen virtuell „probegetragen“ und in der NC-Fräseinheit ausgeschliffen werden.



Abb. 7: Abrasionsgebiss bei extremem Bruxismus mit Verlust der statischen Äquilibration und pathologischer Veränderung der dynamischen Okklusion.



Abb. 8: Studienmodell, Oberkiefer schädelbezüglich einartikuliert, Unterkiefer montiert in der mittels funktionsanalytischer Maßnahmen inkl. Bildgebung bestimmten und klinisch erfolgreich getesteten, therapeutischen Kieferposition mit Wiederherstellung der physiologischen Kieferposition.



Abb. 9: Wax-up mit funktionskorrigierenden Repositions-Onlays im Seitenzahnbereich und Full-Wrap 360° Repositions-Veneers in der Front.



Abb. 10: Simulation der therapeutischen Okklusion und Kieferposition mit den gefertigten Restaurationen im individuellen Artikulator.



Abb. 11: Okklusale Verschlüsselung im Seitenzahnbereich und restaurative sowie ästhetische und phonetische Wiederherstellung der Frontzähne nach adhäsiver Eingliederung. Bildquellen 7-11: Ahlers

[1] Ahlers MO, Möller K: Repositions-Onlays und -Veneers zur atraumatischen Restauration einer physiologischen Kiefer- und Kondylenposition. Quintessenz 62, 211-222 (2011).

[2] M.O. Ahlers, K. Vahle-Hinz, A.M. Rybczynski, H.A. Jakstat: Semipermanente und permanente Übertragung der Schienenposition mittels Repositions-Onlays und -Veneers: Varianten und Überlebensdauer. Journal for craniomandibular Function – Zeitschrift für craniomandibuläre Funktion (CMF), Supplement 2011 S. 15 (Abstract).

Keramik – Werkstoff mit Perspektiven?

Die Anforderungen an prothetische Restaurationswerkstoffe in der Zahnheilkunde sind weit gefächert. Um dem hohen Kaudruck zu widerstehen, sind gute mechanische Eigenschaften wie z.B. eine hohe Festigkeit und Risszähigkeit erforderlich. Da bei persönlichen Begegnungen nach dem Augenkontakt das Lächeln und damit die Zähne recht schnell in den Wahrnehmungsbereich kommen, stellt dies bei einer therapeutischen Rekonstruktion auch Ansprüche an Farbe und Ästhetik. Hinzu kommt, dass die Werkstoffe im Mund stabil, keine Sensibilisierungen auslösen und somit biologisch verträglich sein sollen. Bei der Auswahl des Materials ist die anatomische Situation und die Platzverhältnisse im Gebiss des Patienten zu berücksichtigen,

ebenso funktionelle Eigenheiten des Kauorgans, die Ausdehnung der geplanten Versorgung sowie das individuelle, habituelle Hygieneverhalten.

Priv.-Doz. Dr.-Ing. Martin Rosentritt, Werkstoff-Wissenschaftler an der Universität Regensburg, differenzierte die Eigenschaften der Restaurationsmaterialien und ihre Eignung für prothetische Versorgungen. So ermöglicht die Festigkeit und Duktilität von Metall (VMK) verhältnismäßig dünne Wandstärken und grazile Konnektoren; bruchlast-provozierende Biegewechsel sowie Zug- und Druckspannungen werden weitgehend kompensiert. Gerüstfrakturen durch Überlastung treten selten auf. Allerdings erfordert die Befestigung mit Zement (Zinkoxidphosphat) eine zirkuläre Umfassung des Kronenstumpfs (Zylinderform). Dies verhindert in angezeigten Fällen eine defektorientierte Präparation; unter Umständen muss gesunde Zahnschubstanz geopfert werden, um eine Retention für das Metallgerüst sicher zu stellen. Um die metallische Oberfläche zahnfarben zu gestalten, muss auf minimalem Raum (0,5-2,0 mm) ein Haftgrund für die Keramik erzeugt (Oxid), eine deckende Maskierung (Opaquer) gelegt und keramische Dentin- sowie Schmelzschichten aufgebrannt werden. Dadurch ist eine zahnähnliche Farbtiefe und Transparenz nur mit Einschränkung zu erzielen. Auf der biologischen Seite wird der VMK angelastet, dass Metallionen im sauren Milieu in Lösung gehen, Spannungspotenziale durch elektrolytische Prozesse aufbauen und somit Gingivaentzündungen und Sensibilisierungen gegen Metall auslösen können.

Vollkeramiken hingegen sind spröde und empfindlich gegen Zugspannungen. Den prothetischen Nutzen zieht diese Werkstoffgruppe aus der Zahnfarbigkeit und Ästhetik, aus der Option der adhäsiven Befestigung am Restzahn sowie aus der biologischen Verträglichkeit mit Zahn und Schleimhaut, weil Keramik auf hoher Oxidationsstufe chemisch inert ist. Dadurch, dass z.B. Silikatkeramik adhäsiv mit Schmelz und Dentin verbunden werden kann, kann defektorientiert und oftmals auch substanzschonend präpariert werden. In gewissen Situationen reicht eine schmelzverklebte Keramikteilkrone aus, wo nach den Kautelen der VMK-Technik evtl. eine substanzverzehrende, zervikale Metallkrone erforderlich wäre. Kronenwandstärken mit 0,5 mm sind möglich (z.B. mit Zirkoniumdioxid, ZrO_2); Brückenverbinder benötigen eine vertikal extendierte Dimension. Keramiken mit einer Glasphase (Feldspat, Lithiumdisilikat) sind lichtleitend und bieten eine zahnähnliche Farbtiefe. Die Reflektionswirkung erleichtert die farbliche Adaptation der Restauration zum Lateralzahn (Chamäleonereffekt).

Aus klinischer Sicht haben sich Kronen und Brücken auf ZrO_2 -Gerüsten bewährt. Mehrgliedrige Brücken wiesen nach 10jähriger Beobachtung kaum Gerüstfrakturen auf. Dadurch hat sich ZrO_2 zu einem akzeptierten Werkstoff für festsitzenden Zahnersatz entwickelt. Entscheidend für die Werkstoffqualität ist, dass die in der ZrO_2 -Keramik verwendeten Stoffe einen hohen Reinheitsgrad bei homogener Kornverteilung (**Abb. 12**) aufweisen, die Blocks mehrdimensional verpresst sind und auf den vorgesehenen CAD/CAM-Systemen verarbeitet werden, da Parameter wie Vorschub, Drehgeschwindigkeit, Sinterschrumpfung von jeder Maschine anders umgesetzt werden. Deshalb ist für Logistik und Verarbeitung das Prinzip „im System bleiben“ eine sichere Voraussetzung für eine kontinuierliche Fertigungsqualität.

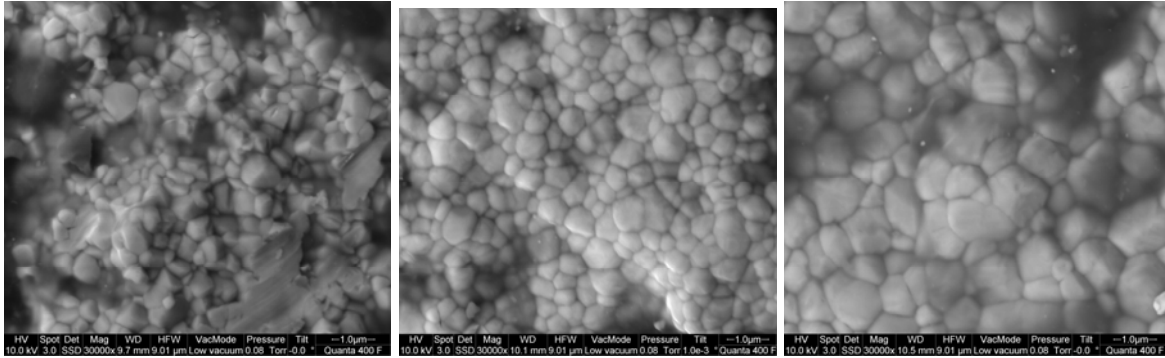


Abb. 12: Unterschiedliche Rohstoffdotierungen und Pressverfahren beeinflussen die ZrO₂-Qualität in technischer und klinischer Hinsicht (Partikelstruktur 30.000fach vergrößert). Quelle: Rosentritt

In klinischen Studien fällt auf, dass die manuell geschichteten Verblendungen auf den ZrO₂-Gerüsten teilweise zu Abplatzungen neigen, zumindest eingetreten in der Frühphase des klinischen Einsatzes von ZrO₂. Der Bruch kann als kohäsives Versagen innerhalb der Verblendkeramik (Chipping), als adhäsives Versagen durch Lösen der Verblendkeramik vom Gerüst oder als Mischform beider Versagensmöglichkeiten auftreten [3]. Klinisch resultieren Verblendfrakturen daher mit und ohne Exposition des Gerüstmaterials [4]. Grund für die multikausalen Verblendfrakturen waren anfänglich sicherlich ein nicht angepasstes Design sowie die wenig abgestimmte Wärmeausdehnung (WAK) zwischen Gerüst- und Verblendwerkstoff. Ferner hatten sehr dünne Wandstärken dazu geführt, dass die Verblendschichten 2 mm und mehr mit wechselnden, Zugspannung-auslösenden Schichtstärken aufgetragen wurden. Zwischenzeitlich wurde erkannt, dass eine Präparation des Kronenstumpfs mit runden Übergängen, mit einem reduzierten Höcker-Fossa-Winkel am Kronenstumpf und abgestützten Kronenrändern (**Abb. 13**), eine höckerunterstützende Gerüstgestaltung (**Abb. 14**), der Verzicht auf mesiale und distale Okklusionskontakte, vertikal extendierte Verbinder bei Brücken das Chipping-Risiko wesentlich reduzieren. Wichtig erscheint auch in diesem Zusammenhang, dass das okklusale Funktionskonzept den Bedingungen der Keramik angepasst und eine suffiziente Front-Eckzahn-Führung etabliert wird, um Schleifkontakte bei exzentrischen Unterkieferbewegungen zu vermeiden. Risikominimierend im Laborbereich wirkt auch, dass Gerüstkorrekturen nur auf kleine Flächen beschränkt bleiben, für die Gerüstbearbeitung nur hochoberflächig arbeitende Feinstkorndiamanten in der Laborturbine unter Wasserkühlung zum Einsatz kommen, Verblendstärken auf maximal 1,5 mm beschränkt bleiben sowie eine Verlängerung der Abkühlungsphase nach jedem Sinterbrand zur Vermeidung von Strukturspannungen eingehalten wird. Die Brenntemperatur sollte der Anzahl der Einheiten im Sinterofen angepasst werden.

Auch das intraorale Einschleifen der ZrO₂-Restauration kann Mikrorisse auslösen. Deshalb sollte die eingeschliffene Versorgung nach der Einprobe gründlich poliert und idealerweise nochmals glasiert werden. Jüngere Studien zeigen, dass unter Berücksichtigung dieser Bedingungen die Verblendfrakturnrate ZrO₂-basierter Kronen und Brücken deutlich gesunken ist und ein Niveau erreicht hat, das auch den Zwischenfällen von VMK-Versorgungen entspricht. Lediglich implantatgetragene Verblendkronen auf ZrO₂-Gerüsten scheinen ein höheres Chipping-Risiko zu haben. Die fehlende Eigenbeweglichkeit der Enossalpfeiler nach ossärer Einheilung sowie fehlende Propriozeptoren verursachen eine Verblendfrakturnrate, die signifikant über jener von Kronen auf natürlichen Zähnen liegt.

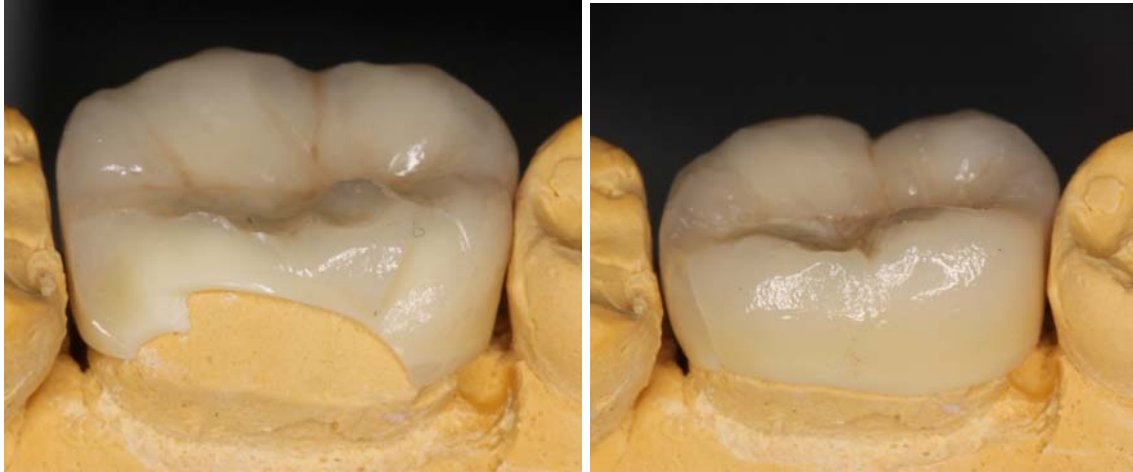


Abb. 13: Nicht abgestützte Kronenränder sind frakturgefährdet. Quelle: Rosentritt

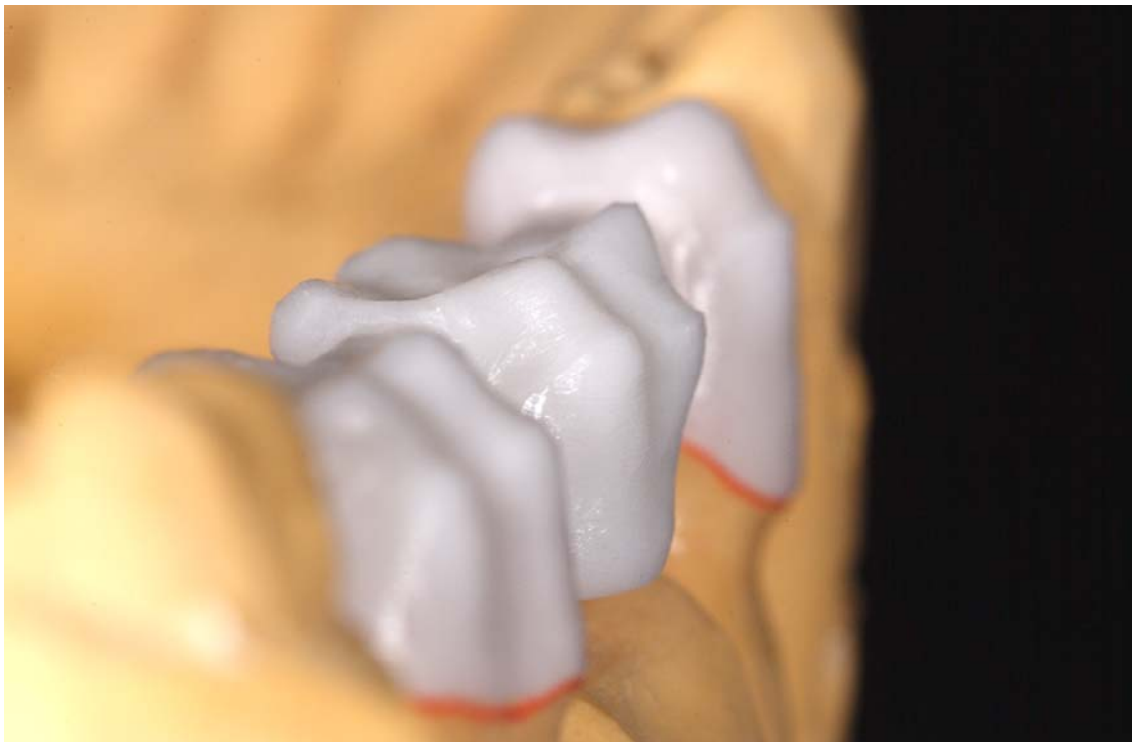


Abb. 14: Das höckerunterstützende Gerüst folgt der anatomisch reduzierten Form und stabilisiert die Verblendkeramik. Quelle: AG Keramik

Verblendschäden auf VMK und ZrO_2

Bei der Analyse der klinischen Daten von Restaurationen auf verblendeten Gerüsten aus Zirkoniumdioxid (ZrO_2) fällt auf, dass die angegebenen Häufigkeiten von Keramikschäden bzw. Chippings stark schwanken. *Prof. Dr. Michael Behr*, Oberarzt an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Regensburg, prüfte in seinem Referat „Chipping bei Metallkeramik und ZrO_2 – Analyse klinischer Daten“ die vorhandene Literatur zum Frakturverhalten von keramischen Verblendungen auf Edelmetalllegierungen und Oxidkeramik. Laut *Behr* lässt sich der landläufige „Generalverdacht“, dass Verblendungen auf ZrO_2 eher zu Chippings neigen, nicht so einfach nachweisen und führte auch eigene Erfahrungen in Regensburg, die auf 654 drei- und viergliedrigen Brücken und 997 Einzelzahnkronen (aus EM) basieren, ins Feld.



Abb. 15: Approximale Verblendfraktur einer VMK-Brücke. Quelle: Behr

Das Ausmaß der Verblendungsschäden lässt sich in drei Kategorien einordnen: a) die abgeplatzte Fläche ist oberflächlich und lässt sich auspolieren; b) der Substanzverlust lässt sich mit Komposit reparieren; c) aufgrund des Schadens ist eine Erneuerung der Restauration erforderlich [5] (**Abb. 15**). Diese Einteilung in Schadensklassen ist in vielen Studien, die Chippings auf VMK oder ZrO_2 kontrollierten, nicht vorgenommen worden [6]. Die Literaturdaten zum Frakturverhalten sind laut *Behr* teilweise widersprüchlich; sie basieren meist auf geringen Fallzahlen, die Beobachtungszeiten sind oft zu kurz, Chipping und Gerüstfrakturen wurden nicht getrennt ausgewiesen oder die Mittelwerte basieren auf weit streuenden Abweichungsdaten (MW 9,3 Prozent, Chipping 0-30 Prozent) [7]. Auffallend ist, dass es zur Überlebensrate von metallkeramischen Verblendungen nur wenig klinische Daten gibt. Ferner unterscheiden viele VMK-Studien nicht zwischen EM- und NEM-Gerüsten [8]. Zum Beispiel errechneten Autoren aus dem wenig homogenen Datenpool für VMK auf Basis von 127 Fällen innerhalb von vier Jahren eine Schadenshäufigkeit von 33 Prozent, bei ZrO_2 -Verblendungen schwankte der Wert – basierend auf 596 Fällen – zwischen 23 bis 51 Prozent [7]. Für VMK-Brücken im Beobachtungszeitraum von 10 Jahren stellten Autoren folgende Chippinghäufigkeiten fest: Reichen-Graden (1989): 4,5 Prozent – Nápänkangas (2002): 5,9 Prozent – Walton (2003): 5,0 Prozent – Behr (2012): 4,3 Prozent – Sailer (2007, Review 5 Jahre): 2,9 Prozent. Auf Titangerüsten (3-6 Jahre Beobachtung) war die Chippinghäufigkeit weitaus höher: Walter (1999): 45,5 Prozent – Böckler (2010): 30,4 Prozent; auf CoCr-Gerüsten innerhalb 3-7 Jahren: Elisson (2007): 17,6 Prozent. Bei VMK-Kronen lag die Verblendfrakturrate innerhalb 10 Jahren niedriger: Goodacre (2003): 3,0 Prozent - Reitemeier (2006): 1,0 Prozent – Behr (2012): 1,7 Prozent. In einer neueren Untersuchung überprüfte der Referent 484 Brücken mit 3 Gliedern und 170 4-Glieder-Brücken aus EM-Gerüsten, konventionell zementiert (96 Prozent) und adhäsiv befestigt (4 Prozent) – ebenso 997 VMK-Kronen. Nach 5 Jahren lag die Schadensquote für Brücken bei 4 Prozent, nach 10 Jahren bei ca. 6 Prozent.

Der Referent resümierte, dass spezielle Risikofaktoren für Chippings auf VMK nicht ermittelt werden konnten. Interessanterweise ereigneten sich Verblendfrakturen am Häufigsten in den ersten beiden Jahren in situ (**Abb. 16**). Dies weist laut *Behr* auf Fehler bei der Herstellung und Eingliederung der Versorgungen hin [9]; ein Problem, das VMK- und ZrO₂-Restaurationen gemeinsam haben.

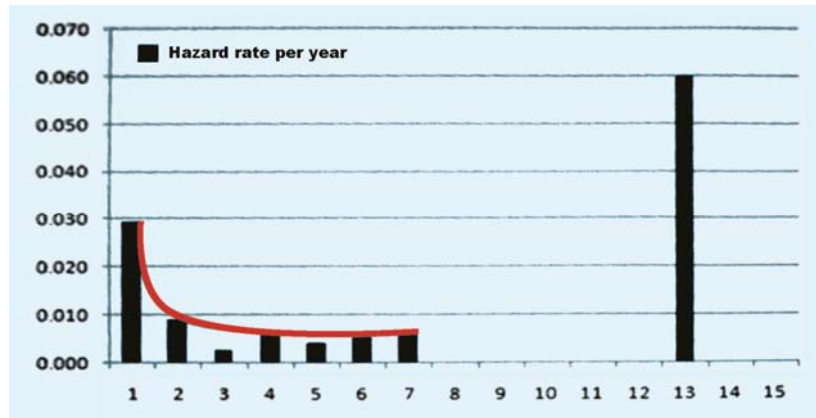


Abb. 16: Hazard Rate des Ereignisses "Chipping" auf 2-jähriger Basis für metallkeramische Brücken (EM) berechnet. Die Hazard Rate betrug z.B. im ersten Jahr 0,012, das bedeutet, dass 1,2 Chipping-Fälle auf 100 Personenjahre Beobachtungszeit auftraten. Quelle: Behr

Schwachstelle Verblendung?

In neueren Literaturübersichten zur Langzeitbewährung von verblendeten ZrO₂-Restaurationen fällt auf, dass die klinische Performance - gekennzeichnet durch eine hohe Fraktursicherheit der Gerüste - durch Chippings in der Verblendung belastet wird (**Abb. 17**). Sicherlich waren in den 90er Jahren, der Frühphase des ZrO₂-Einsatzes in der Prothetik, die Kenntnisse um die Behandlung des ZrO₂ noch nicht verbreitet. Ein nicht angepasstes Gerüstdesign sowie die wenig abgestimmte Wärmeausdehnung (WAK) zwischen Gerüst- und Verblendwerkstoff trugen dazu bei, dass Risiken für die Verblendung entstanden. Neue Studien zeigen, dass unter Berücksichtigung neuer Verarbeitungsbedingungen die Verblendfrakturrate ZrO₂-getragener Kronen und Brücken niedriger ausfällt. Allerdings scheint laut *Behr* der Verarbeitungsspielraum für ZrO₂ geringer zu sein und dadurch die Fertigung von ZrO₂ und das Aufbringen der aufbrennkeramischen Verblendung sensibler und fehleranfälliger zu sein. Hier verzeiht offenbar die konventionelle VMK-Technik in der Praxis mehr. Die systematische Fehleranalyse in der Literatur wird aber dadurch erschwert, dass klinische Untersuchungen selten so wichtige Parameter der ZrO₂-Anwendung ausweisen wie z.B. Präparationsdesign, Präparationstiefen, Wandstärken, Konnektorengestaltung, Verblendedesign, Schichtstärken, Sintertemperaturführung, Procedere des intraoralen Einschleifens, Kontaktpunktgestaltung, Befestigungstechnik etc. Auch auf der Industrieseite der Keramikhersteller besteht noch keine Einigkeit, ob ein Regenerationsbrand („Heilbrand“) nach der zahntechnischen Gerüstbearbeitung zulässig, vorteilhaft oder abzulehnen sei. Dadurch wird der Zahntechnik ein Handlungsspielraum überlassen – sicherlich mit Auswirkungen auf das spätere Endergebnis.

Die Vermeidung von Verblendfrakturen auf ZrO₂ nimmt mehrere Disziplinen in die Pflicht [8]. Neben einer adäquaten Präparationstechnik, die ein anatoformes Gerüstdesign mit Höckerunterstützung ermöglicht und geringe Verblendschichten initiiert, liegt es am Zahnarzt, die Werkstoffauswahl zu entscheiden. Dies beinhaltet, dass ein

Qualitätsprodukt, hinter dem ein seriöser Hersteller steht und klinisch nachgewiesene Merkmale offenlegt, bevorzugt werden sollte. Zahnarzt und ZT-Labor sollten Erfahrungen mit einem bewährten Werkstoffsystem sammeln und somit ausschließen, ständig neue Materialien – auch aus Kostengründen – zu erproben. Die Spielräume mit ZrO₂ mögen zwar kleiner sein, aber der Nutzen für den Patienten liegt in der besonderen Ästhetik und in der Biokompatibilität des Werkstoffs.

Abb. 17 [10]:

Klinische Überlebensraten von Kronen und Brücken mit ZrO₂-Gerüsten

Versorgung	Liegedauer [Jahre]	Überlebensrate [%]	Komplikation %	Observ. Einheiten	Autoren Publikationen
Brücke 3 gl. SZ	5	96,8		65	Eschbach, Kern
Brücke 3-5 gl.	3	100	4 Chipp.	65	Tinschert
Brücke 3-5 gl.	5	98,4	4 Chipp.	65	Tinschert
Brücke 3-5 gl.	10	67		57	Sax et al
Brücke 3 gl.	5	100		35	Pospiech
Brücke 3 gl.	3	100	9 Chipp.	21	Edelhoff
Brücken 3gl.	3	90,5		21	Beuer
Brücken 3-4 gl.	4	94	12 Chipp.	99	Rödiger
Brücken 3-4 gl.	4	96	13 Chipp.	24	Wolfart
Brücken 3-4gl, Cantilever	4	92		34	Wolfart
Brücke 4 gl.	3	100		22	Sturzenegger
Kronen, Brücken	3	98,5		68	Beuer
Brücken 3-6gl.	3	90,5	10 Chipp.	21	Edelhoff
Brücken 4-7gl.	2	96,6	3 Chipp.	30	Schmitter

Quelle: AG Keramik. Aus: „Vollkeramik auf einen Blick“.

- [3] Göstemeyer G, Jendras M, Dittmer MP, Bach FW, Stiesch M, Kohorst P: Influence of cooling rate of zirconia veneer interfacial adhesion. Acta Biomaterialia 2010; 6: 4532-4538
- [4] Al-Amleh B, Lyons K, Swain M: Clinical trials in zirconia: a systematic review. J Oral Rehab 2010; 37: 641-652
- [5] Heintze SD, Rousson V: Survival of zirconia- and metal-supported fixed dental prostheses : A systematic review. Int J Prosthodont 2010; 23: 493-502
- [6] Anusavice KJ: Standardizing failure, success, and survival decisions in clinical studies of ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses. Dent Mater 2012; 28(1): 102-111
- [7] Komine F, Blatz MB, Matsumura H: Current status of zirconia-based fixed restorations. J Oral Sci 2010; 52: 531-539
- [8] Tan K, Pjetursson BE, Lang NP, Chan ES: A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures after an observation period of at least 5 years. Clin Oral Impl Res 2004; 15: 654-666
- [9] Behr M, Winklhofer C, Schreier M, Zeman F, Kobeck C, Bräuer I, Rosentritt M: Risk of chipping or facings failure of metal ceramic fixed partial prostheses – a retrospective data record analysis. Clin Oral Investig 2012; 16(2): 401-405
- [10] Kern M, Kohal RJ, Mehl A, Pospiech P, Frankenberger R, Reiss B, Wiedhahn K, Kunzelmann KH: Vollkeramik auf einen Blick . AG Keramik 2012, 5. Auflage, ISBN 3-00-017195-9

Vollzirkon-Brücke – Vorbild für Ästhetik?

Kronen und Brücken aus semitransparentem Vollzirkon (ZrO₂), die vollanatomisch ausgefräst werden und keine Verblendung benötigen, haben trotz einiger Bedenken wegen ihrer potentiellen Abrasivität auf den Antagonisten Eingang in die niedergelassene Praxis gefunden. Nach opto-elektronischer Intraoralabformung der Präparation ermöglicht eine spezielle Software ein Brückendesign mit einem ansprechenden okklusalen Relief und relativ dünnen Wandstärken. Dr. Klaus Wiedhahn, Buchholz, beschrieb in seinem Referat „Die abdruckfreie Vollzirkon-Brücke – doppelt digital,

aber nur halb so ästhetisch?“ besonders das Procedere der Einfärbung des relativ opaken, fluoreszenzlosen Werkstoffs.

Die Transparenz von ZrO_2 wird beeinflusst durch die Porosität des Materials und durch den Anteil an Aluminiumoxid (Al_2O_3) sowie dessen Verteilung in der Keramikstruktur. Die Al_2O_3 -Dotierung ist verantwortlich für die Beständigkeit gegen Feuchtigkeit und beeinflusst damit das klinische Langzeitverhalten, bestimmt aber auch die Opazität des Werkstoffs. Beträgt der Al_2O_3 -Anteil in der ZrO_2 -Gerüstkeramik 0,5 Prozent (inCoris ZI, Sirona), liegt der Anteil bei 0,005 Prozent in der semitransparenten Version (inCoris TZI). Die Biegebruchfestigkeit liegt jeweils bei 900 MPA (MegaPascal). Ob und inwieweit sich das klinische Langzeitverhaltens durch die Absenkung des Al_2O_3 verändert, dafür liegen noch keine Studien vor. Der Referent kritisierte die herstellerseitig genannten Mindestwandstärken für Vollzirkon-Kronen (Fissur 1,5 mm, Höcker 2,0 mm, zirkuläre Wand 1,0-1,5 mm), die sich substanzverzehrend auswirken und nach seiner Erfahrung unterschritten werden können. Der Vorteil, dass für die gerüstoffreie Krone kein Raum für die Verblendung geschaffen werden muss, ermöglicht laut *Wiedhahn* eine minimale Präparation für anteriore Wandstärken (0,3-0,5 mm, Lava Plus/3M Espe). Vollzirkon kennt kein Chipping und ist als Alternative zu Metall für Bruxer und Knirscher seitens der Hersteller freigegeben.

Die Verarbeitung von Vollzirkon erfordert nach dem Ausfräsen der Restauration und als Vorbedingung für die Einfärbung ein Vortrocknen im Sinterofen - ca. 3 Minuten bei 80 ° C und 40 Minuten unter einer Rotlichtlampe. Das Tauchfärben mit kolorierenden Oxiden erfordert ca. 10-20 Minuten, z.B. für die Farben A1, A2, A3. Eine Verlängerung der Tauchzeit verursacht dunklere Farben. Für die Kontrolle der Zahnfarbe, auch an Nachbarzähnen, haben sich digitale Farbmesssysteme bewährt (z.B. Easyshade, VITA). Wichtig ist, dass beim Einfärben die Farbhelligkeit exakt getroffen wird; sie vermittelt den entscheidenden Farbeindruck. Kleine ästhetische Einschränkungen zählen zum Toleranzbereich, deshalb eignen sich Vollzirkon-Restaurationen z.Zt. nur für den Molarenbereich. Dennoch sollte die sichere Farbwahl durch Versuche in der Praxis geübt werden. Zur Alterungsbeständigkeit der Tauchfärbung liegen noch keine Daten vor.

Das Färbeliquid dringt nur mit geringer Tiefe in die ZrO_2 -Oberfläche ein. Dies ist für das intraorale Einschleifen von Bedeutung, weil durch den Keramikabtrag „Hellstellen“ auftreten können bzw. das weiß-opake Material sichtbar werden kann. Eine mehrstufige Politur mit feinstkorndiamant-haltigen Polierkörpern und eine Glasur gewährleisten, dass das ZrO_2 eine glatte, hochglänzende Oberfläche erhält (**Abb. 18-20**). Diese Vergütung ist erforderlich, damit evtl. zurückgebliebene Rauigkeiten keine Abrasion am Antagonisten auslösen können. Vor der Eingliederung hat sich die Reinigung des Kronenlumens von phosphathaltigen Rückständen bewährt (z.B. mit Ivoclean, Ivoclar). *Wiedhahn* empfahl, vor der definitiven Befestigung eine Einprobe durchzuführen. Falls ein Einschleifen der Kaufläche (nur mit Feinstkorndiamant) erforderlich war, muss gründlich nachpoliert werden. Idealerweise sollte der Glanzbrand wiederholt werden, um die Oberflächen zu glätten.



Abb. 18: Anatomische, verblendfreie „Vollzirkon“-Brücke nach Tauchfärbung und Sinterung, mit VITA Akzent charakterisiert und glasiert. Quelle: Wiedhahn



Abb. 19: ZrO_2 -Brücke eingegliedert. Farbliche Unterschiede zur benachbarten VMK- Brücke (Zähne 33, 32) sind kaum erkennbar. Quelle: Wiedhahn



Abb. 20: Kompette ZrO_2 -Versorgung mit Matrize-Patrize-Verbindung. Zahn 5 ist noch unpoliert, Zahn 6-7 poliert (EVE Diacera). Quelle: AG Keramik/Neumann

Präzision der digitalen Intraoralabformung

In seinem Referat thematisierte *Wiedhahn* auch den praktischen Nutzen und die Abformgenauigkeit von Intraoralscannern. Unbestritten hat die digitale Vermessung der Präparation unmittelbar im Mund des Patienten dazu beigetragen, dass durch die Nutzung von Datensätzen der restaurative Arbeitsablauf in Praxis und Labor erheblich rationalisiert bzw. verkürzt werden konnte.

Präzisionsmessungen von konventionellen Elasoformungen (Poyäther) ergaben eine Rückstellrate nach Verformung von 98,5 Prozent. 1,5 Prozent Fehlertoleranz entspricht 15 µm innerhalb 1 Millimeters (mm); in einer Inlay-Kavität von 5 mm addiert sich das auf 75 µm. Eine weitaus höhere, klinische Bedeutung haben Abweichungen der marginalen Passung zwischen Krone und Zahnhartsubstanz. Hier wurden in einer Studie 114 µm gemessen [11]. Beim Einsatz verschiedener Abformtechniken wurde ein Spaltmaß von 122 µm ermittelt [12]. Stark schwankende Abweichungen beim Durchschnittswert von 72 µm ±33 µm wurden für Okklusalkontakte errechnet [13]. Messungen mit der intraoral arbeitenden Triangulationskamera unter Rotlicht (720 NanoMeter, nm) ergab eine Fehlertoleranz von 31,1 µm ±6,2 µm (Cerec 3D). Beim Einsatz von Blaulicht (470 nm, Cerec AC) sank die Abweichung auf 19,2 µm ±5,9 µm, jeweils am Einzelzahn gemessen [14]. Die Studien zeigten auch, dass die Messwerte für Digitalabformungen sich enger um den Mittelwert scharen und geringere Standardabweichungen zeigen als jene mit Elastomerabdrücken. Dies erleichtert die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse im Arbeitsablauf mit digitalen Unterlagen.

Quadranten-Scans zeigen noch etwas höhere Abweichungen. Die Werte liegen jedoch in einem Korridor, der mit konventionellen Elastomerabformungen nicht erreicht werden kann. Bei lichtoptischen Vollkieferabformungen liegt die Toleranz noch bei 66 µm und ist somit Elastomerabdrücken ebenbürtig, ausgelöst durch das Matching von mehreren, überlappenden Bildsequenzen [12] (**Abb. 21**). Die Abweichung beim Gesamtkiefer-Scan und damit die klinische Relevanz muss aber vor dem Hintergrund gesehen werden, dass die im ZT-Labor üblicherweise vorhandenen Fräsaufmaschinen mit Toleranzwerten von 40-80 µm und mehr arbeiten und somit die Präzision der intraoralen Messkamera nicht reproduzieren können.

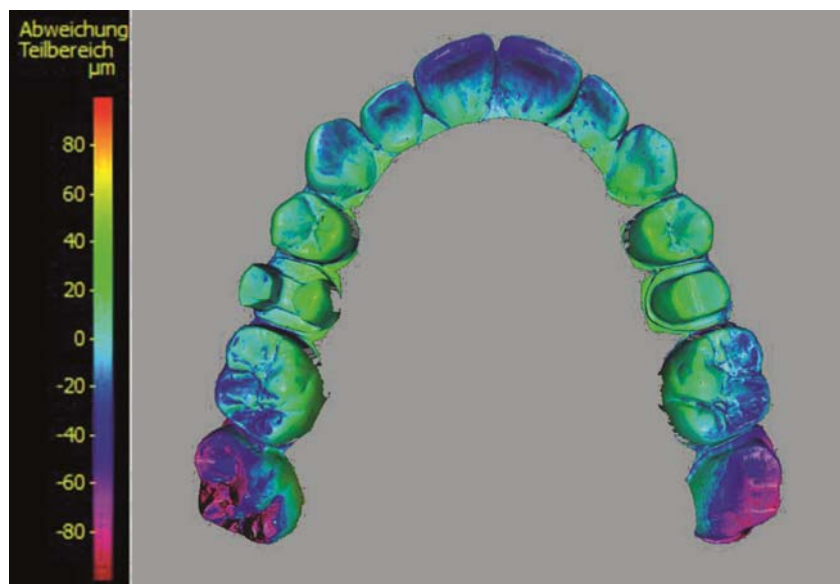


Abb. 21: Abweichungen bei einer 3D-Kiefermodellmessung. Die Farbskalierung (links) zeigt die Differenz in Mikrometer an. Quelle: Mehl

[11] Plekavich E, Joncas JM: The effect of impression-die systems on crown margins. J Prosthet Dent 1983; 49: 772-776

[12] Cox JR, Brandt RL, Hughes HJ: A clinical pilot study of the dimensional accuracy of double-arch and complete arch impressions. J Prosthet Dent 2002; 87: 510-515

[13] Parker MH, Cameron SM, Hughbanks JC, Reid DE: Comparison of occlusal contacts in maximum intercuspitation for two impression techniques. J Prosthet Dent 1997; 78: 255-259

Navigation führt zum klinischen Erfolg

Neue oder veränderte Behandlungsverfahren und Restaurationswerkstoffe sind nur dann in der niedergelassenen Praxis von Nutzen, wenn die längerfristige Wirkung durch klinische Studien belegt ist. Universitär geführte Untersuchungen werden in der Regel nach unterschiedlichen Kriterien angelegt, um viele Fragestellungen zu beantworten. Da sich die therapeutische Wirkung unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit erst nach einigen Jahren klinischer Beobachtung und auf Basis einer möglichst hohen Fallzahl einigermaßen exakt darstellen lässt, ist ein längerfristig angelegtes Studiendesign erforderlich, das mehrere Jahre als Prüfzeitraum in Anspruch nehmen kann. Störeinflüsse können dadurch auftreten, dass die ausgewählten Patienten nach geraumer Zeit wegbleiben oder Prüfärzte wechseln und damit methodische Änderungen eintreten. Die Übertragbarkeit der geschöpften Studienergebnisse auf die Vorgehensweise in der Praxis sind deshalb oftmals nur eingeschränkt möglich, weil der universitäre Klinikbetrieb andere Rahmenbedingungen hat als der niedergelassene Zahnarzt. Deshalb sind Praxisinhaber besonders auch an klinischen Daten interessiert, die im Praxisalltag unter den Limitationen des „Einzelkämpfers“ erhoben worden sind.

Dr. Bernd Reiss, Malsch, nahm in den 90er Jahren diese „Marktlücke“ mit der AG Keramik zum Anlass, eine multizentrische Feldstudie (Ceramic Success Analysis, CSA) in niedergelassenen Praxen zu initiieren. Ziel dieses Qualitätssicherungsprojektes damals und heute ist, klinische Daten mit vollkeramischen Restaurationen über einen längeren Zeitraum zu erheben (**Abb. 22**) und auf eine breite Basis zu stellen sowie die Ergebnisse praxisgerecht als Information für die Zahnärzteschaft aufzubereiten [15, 16].

Abb. 22: Website der CSA-Studie. Die vom Zahnarzt eingetragenen Daten werden in Sekunden mit allen Teilnehmerdaten verglichen und in Diagramme umgesetzt. Quelle Reiss/AG Keramik

Bisher nehmen mehr als 200 Zahnärzte an der CSA-Studie teil. In der Pilotphase war das Projekt auf CAD/CAM-Restaurationen beschränkt. Mittlerweile können praktisch alle vollkeramischen Restaurationstechniken an Einzelzähnen erfasst werden. Derzeit bilden 8274 Einsetzbefunde die Grundlage für die Analysen. Mehr als 6000 Nachuntersuchungen an 4969 Zähnen fließen in die Auswertung ein. Dieses Procedere gibt den Teilnehmern die Möglichkeit, die eigene Behandlungsweise permanent zu überprüfen, geeignete Indikationen für Keramikversorgungen zu erkennen und Risiken vorausschauend einzuschätzen. Insbesondere die Möglichkeit, die eigene „Erfolgskurve“ bei der Überlebensanalyse nach Kaplan Meier mit dem Gesamtergebnis aller teilnehmenden Praxen zu vergleichen, ist in diesem Kontext von besonderer Bedeutung. Damit ist eine deutlich größere Praxisnähe gewährleistet als bei Fremdstudien, die häufig nicht das Procedere in der eigenen Praxis widerspiegeln.

Parallel zur CSA-Studie stellte *Reiss* nun eine Online-Plattform mit „Navigation“ vor, die den Zahnarzt - aufbauend auf dem klinischen Behandlungsverlauf von der Erstuntersuchung über Diagnose und Therapie bis hin zur Langzeitprognose – bei der Suche nach bewährten Therapiekonzepten unterstützt. Drei Fragestellungen wird der Teilnehmer in den Fokus stellen können: 1. Welche konkrete Maßnahme muss ich jetzt ergreifen (unvorhergesehenes Ereignis, Komplikation während oder nach der Behandlung)? 2. Wie bereite ich mich auf den konkreten Fall vor (umfangreiche, komplexe Restauration, simultane umfassende Versorgung)? 3. Was kann ich erwarten und kommunizieren (Langzeitprognose, Leitlinien, Literaturrecherche, Urteile etc.)? Basierend auf dem Keramikhandbuch „Vollkeramik auf einen Blick“ [8] erhält der Praktiker zu jedem Stichwort mit klinischer Relevanz eine Zusammenstellung aller Informationen zur empfohlenen Vorgehensweise auf den Bildschirm. Damit bekommt der Zahnarzt ein Instrument in die Hand, das ihn in die Lage versetzt, evidenz-basiert und medizinisch mit nachhaltiger Wirkung zu therapieren. Die Online-Plattform mit der „Navigation zum klinischen Erfolg“ wird 2013 im Internet verfügbar sein.

[15] Reiss B: Zehn Jahre Ceramic Success Analysis (CSA). Neue Wege zur Qualitätsanalyse. Zahnärztl. Mitteilungen 2008; 98(2): 36-38

[16] Reiss B: CSA - the online portal for determining the clinical standing of ceramic restorations in practice. Int J Comp Dent 2011; 14(3): 243-253

Forschungspreisträger haben Haftverbund von Zirkonoxid untersucht

Seit über eine Dekade berichtet die AG Keramik alljährlich über den Stand der vollkeramischen Restauration und ermuntert junge Wissenschaftler, Technologen, Zahnärzte und Zahntechniker, im Rahmen des „Forschungspreises Vollkeramik“ über die Fortschritte und ihre Erfahrungen zu berichten. Die prämierten Arbeiten und deren Autoren werden alljährlich auf dem Keramiksymposium der AG Keramik vorgestellt.

Die eingereichten Arbeiten der 12. Ausschreibung hatte die Jury geprüft und die Gewinner des Forschungspreises Vollkeramik ermittelt. Aus der Hand von *Dr. Bernd Reiss* erhielten den ersten Preis *Priv.-Doz. Dr.-Ing. Ulrich Lohbauer (Abb. 23)* mit dem Forscherteam *Alexandra Grigore, Stefanie Spallek, Prof. Anselm Petschelt, Dr. Benjamin Butz, Prof. Erdmann Spiecker*, Institut für Biomaterialien & Center for Nanoanalysis and Electron Microscopy der Universität Erlangen-Nürnberg sowie Zahnklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Werkstoffwissenschaftliches Labor, Universität Erlangen, für die Arbeit "Mikrostrukturelle Untersuchungen an der Grenzfläche zwischen Zirkonoxid und Verblendkeramik."

Der zweite Preis ging an die Zahnärzte *Philipp Winterhalder* und *Christof Holberg*, Labor für virtuelle Biomechanik an der Zahnklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München, für die Arbeit "Besteht für grazile Keramik-Inlays ein erhöhtes Frakturrisiko?" Der dritte Preis wurde für gleichwertige Arbeiten geteilt und ging an Frau *Dr. Ulrike Beier*, Universität Innsbruck, für die Arbeit "Klinische Bewährung vollkeramischer Inlay- und Onlay-Restaurationen im Seitenzahnbereich" sowie an *Dr. Gerd Göstemeyer*, Charité-Centrum der Humboldt-Universität Berlin, für die Arbeit „Einfluss der Abkühlgeschwindigkeit auf den Haftverbund zwischen Zirkoniumdioxid und Verblendkeramik“.



Abb. 23: Priv.-Doz. Dr.-Ing. Ulrich Lohbauer, Universität Erlangen, erhielt für das Forscherteam den "Forschungspreis Vollkeramik" aus der Hand von Dr. Bernd Reiss. Foto: AG Keramik/Kern

Mikrostrukturelle Untersuchungen an der Grenzfläche zwischen Zirkonoxid und Verblendkeramik

Die Forschergruppe *Lohbauer et al* befasste sich mit Zirkonoxid (ZrO_2) als Gerüstkeramik für die aufbrennkeramische Verblendung. Der Werkstoff erhält durch die Sinterung nach subtraktiver Formgebung eine hohe Festigkeit und Bruchzähigkeit. Das Prinzip der Zähigkeitssteigerung beruht auf einer martensitischen Umwandlung von tetragonalen in monokline Einzelkristallite. Klinische Studien zeigen, dass Frakturen innerhalb der Verblendkeramik (Chippings) auftreten können und somit ein Problem für vollkeramischem Zahnersatz aus ZrO_2 darstellen. Die Ursachen für das Auftreten von Chippings ist noch nicht völlig geklärt. ZrO_2 -Gerüste werden in der Praxis noch vor der Verblendung oftmals verschiedenen Oberflächenbehandlungen unterzogen, die Auswirkungen auf den Verbund zur Verblendkeramik haben können. In dieser Studie von Lohbauer et al wurden Oberflächenkonditionierungsverfahren wie Sandstrahlen mit unterschiedlichen Korngrößen (35/105 μm), rotierende Bearbeitung mit Diamantschleifern (150 μm Korn), thermischer Entspannungsbrand auf ZrO_2 -Substraten (Y-TZP) angewandt und diese anschließend aufbrennkeramisch verblen-

det. Ziel war, die Mikrostruktur an der Grenzfläche zwischen ZrO_2 und Verblendung zu analysieren und die morphologischen Veränderungen in der ZrO_2 -Oberfläche nach der Verblendung zu beschreiben.

Es wurde festgestellt, dass eine ansteigende Aluminiumoxid-Korngröße (35 μm vs 105 μm) in der ZrO_2 -Matrix sowie die rotierende Bearbeitung mit Diamantinstrumenten (150 μm Korn) einen zunehmenden Einfluss auf die Oberflächenrauigkeit der Oxidkeramik und auf die strukturelle Integrität des oberflächennahen ZrO_2 -Gefüges hat. Der relative monokline Gehalt vor und nach thermischer Behandlung wurde mittels Röntgenbeugung (XRD) untersucht. Es wurde festgestellt, dass durch den thermischen Verblendprozess eine Umkehrung der martensitischen Transformation von monoklin nach tetragonal stattfindet. Die Mikrostruktur an der Grenzfläche zur Verblendkeramik wurde im Transmissionselektronenmikroskop (TEM) an Dünnschliff-Proben untersucht. Die mechanisch vorbehandelten Proben zeigten dabei einen stark deformierten Bereich von 1-3 μm in der ZrO_2 -Oberfläche. Der Verbund zur Verblendkeramik wurde davon nicht beeinflusst. Die Methode der Selected Area Electron Diffraction (SAED) wurde angewandt, um die Tiefe der Phasenumwandlung im ZrO_2 zu beurteilen. Die Anwesenheit monokliner Phasenanteile im ZrO_2 wurden bis zu einer Tiefe von 4 μm unterhalb der Oberfläche gefunden. Nach Sandstrahlung waren die Phasenanteile in 11-35 μm Tiefe nachweisbar, nach Diamantschleiferbearbeitung bis 9 μm .

Die Studie zeigte zum ersten Mal mikrostrukturelle Aufnahmen der Grenzfläche zwischen Verblendung und ZrO_2 . Der thermische Prozess der Verblendung führt zu einer Regeneration des Kristallgefüges im ZrO_2 -Gerüst und damit zur Wiederherstellung der zähen Materialeigenschaften. Mit korrekt verarbeiteter ZrO_2 -Keramik können deshalb auch geringere Wandstärken (bis 0,5 mm) und filigranere Verbindquer-schnitte realisiert werden.

Manfred Kern – Schriftführung der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde

info@ag-keramik.de www.ag-keramik.de