



Masterkurs treibt Fortschritt voran

Digitalisierung bietet mehr Behandlungssicherheit.

Der diesjährige, 26. Masterkurs der DGCZ bewies erneut das seit 1994 geübte Prinzip, wissenschaftliche Erkenntnisse zur computergestützten Restauration mit den Erfahrungen niedergelassener Praktiker zusammen zu führen. Unter der Leitung von *Dr. Bernd Reiss*, Malsch, Vorsitzender der DGCZ sowie Vorstandsmitglied der DGZMK, und *Prof. Dr. Bernd Kordaß*, Universität Greifswald und Leiter der Informatikgruppe, entwickelte sich das Symposium durch Beiträge kompetenter Referenten aus Klinik und Praxis zu jener Synthese, die den Wert eines Ärztetreffens auszeichnet.

Die Bandbreite der Themen umfasste neue Restaurationswerkstoffe, digitales Scannen, Rekonstruktion von Kronen und Brücken, chirurgische und prothetische Implantologie, digitale Artikulation, Behandlung von CMD, Livebehandlungen coram publico sowie eine interdisziplinäre Gruppendiskussion mit Bewertung von Therapieverfahren.

Die Livebehandlung mit einem komplexen Fall zeigte, dass digitale Verfahren minimal-invasive Therapielösungen ermöglichen, die traditionell entweder garnicht durchführbar oder völlig unwirtschaftlich zu realisieren sind. So hat die computergestützte Restauration inzwischen eine hohe Bedeutung: Nach Erhebungen der AG Keramik werden heute bereits 50 Prozent der Restaurationen digital hergestellt – mit steigender Tendenz. Hierbei werden Keramikwerkstoffe wie Zirkoniumdioxid und Lithiumdisilikat in praxi deutlich bevorzugt. Der folgende Bericht fokussiert auf neue Werkstoffe und den Digitaleinsatz in der Implantologie.

Zirkon ist nicht gleich Zirkon

Das Angebot von Restaurations-Werkstoffen ist gewachsen – in jüngster Zeit ergänzt durch fräsbare Hybridmaterialien mit keramikdotierten Polymeren. Zusammen mit monolithischen, d.h. verblendfreien Keramikrestorationen wurde erreicht, dass invasive Präparationen abgelöst und mit reduzierten Materialwandstärken die Schonung gesunder Zahnhartsubstanz erzielt werden konnte. Dieser Nutzen kann auch mit Oxidkeramiken für die prothetische Versorgung umgesetzt werden. *Dipl.-Ing. Frank Rothbrust*, Produktentwickler bei Ivoclar Vivadent, stellte die Entwicklungsstufen der Zirkoniumdioxidkeramik (ZrO_2) vor und belegte damit, dass sich die Eigenschaften der 4. Generation deutlich von früheren Versionen unterscheiden.

Eingeführt vor zwei Dekaden, wies ZrO_2 als Gerüstwerkstoff damals eine hohe Opazität auf und musste deshalb aus ästhetischen Gründen aufbrennkeramisch verblendet werden. Unterschiedliche physikalische Eigenschaften der Gerüst- und Verblendkeramik und damals unbekannte Verarbeitungseinflüsse verursachten jedoch oftmals Chippings. Im Sinne einer Risikovermeidung löste dies in der Folge den Trend zu monolithischen, d.h. verblendfreien Kronen aus ZrO_2 aus. Zur Erlangung einer Semi-Transparenz mit zahnähnlichem Chroma wurde dafür der Anteil von Aluminiumoxid (Al_2O_3) von 0,25 auf 0,05 Gewichtsprozent reduziert und der Yttriumoxid-Gehalt (Y_2O_3) erhöht. Trotzdem blieb die Lichtdynamik deutlich hinter den Glaskeramiken zurück. Die Indikation für monolithische ZrO_2 -Kronen blieb auf den Molarenbereich begrenzt.

Um der ZrO_2 -Keramik lichtbrechende Eigenschaften zu geben, wurde für die 3. Generation die Kornstruktur geändert. Unter Beibehaltung des Al_2O_3 -Anteils wurde Y_2O_3 um 8,5 bis 10 Gewichtsprozent angehoben und unter gleichbleibenden Sinterparametern eine Steigerung der Transparenz erzielt. Hierbei sank jedoch die Biegebruchfestigkeit auf 600 MegaPascal (MPa) und begrenzte die Indikation auf Kronen und 3gliedrige Brücken im Frontzahnbereich. Waren die Kornstrukturen früherer, opaker ZrO_2 -Generationen zu 100-75 Prozent tetragonal stabilisiert und beeinflusste die Risszähigkeit und Festigkeit, wurde der nachfolgende Werkstoff zu 50 Prozent in der kubischen Phase stabilisiert. Dies erhöhte die Lichtleitfähigkeit, denn die kubischen Kristalle können aufgrund ihres größeren Volumens das Licht gleichmäßiger in alle Raumrichtungen verteilen. Das Material charakterisierte sich jedoch durch geringere mechanische Eigenschaften, vergleichbar mit Lithiumsilikatkeramiken. So weist das kubische, hochtransluzente, monolithische ZrO_2 mit 800 MPa einen geringeren Festigkeitswert auf als das klassische, opakere ZrO_2 . Dies kann zu eingeschränkten Indikationen führen (Einzelzahnkronen, Implantatkronen, Brücken mit einem Zwischenglied).

Mit der nachfolgenden, 4. ZrO_2 -Generation wurde durch Anpassung der Kristallstruktur die Biegebruchfestigkeit deutlich angehoben (ca. 1000-1500 MPa). Teilweise wurde durch eine mehrschichtige Infiltrierung fluoreszierende Partikel der Matrix zugesetzt, die die Ästhetik verbessern (z.B. Lava Esthetic, 3M; **Abb. 1-2**). Eine andere Variante kombinierte eine dentinopake ZrO_2 -Schicht mit einer semi-transparenten, schmelzähnlichen Schicht, um Festigkeit, Chroma und Transluzenz zu verbinden (Katana, Kuraray-Noritake; **Abb. 3**).



Abb. 1: Fluoreszierendes Vollzirkoniumoxid (Lava Esthetic, 3M) basiert auf patentierter Färbetechnologie und wurde für eine exakte Übereinstimmung mit den Vita Classical Farben entwickelt. Quelle: 3M

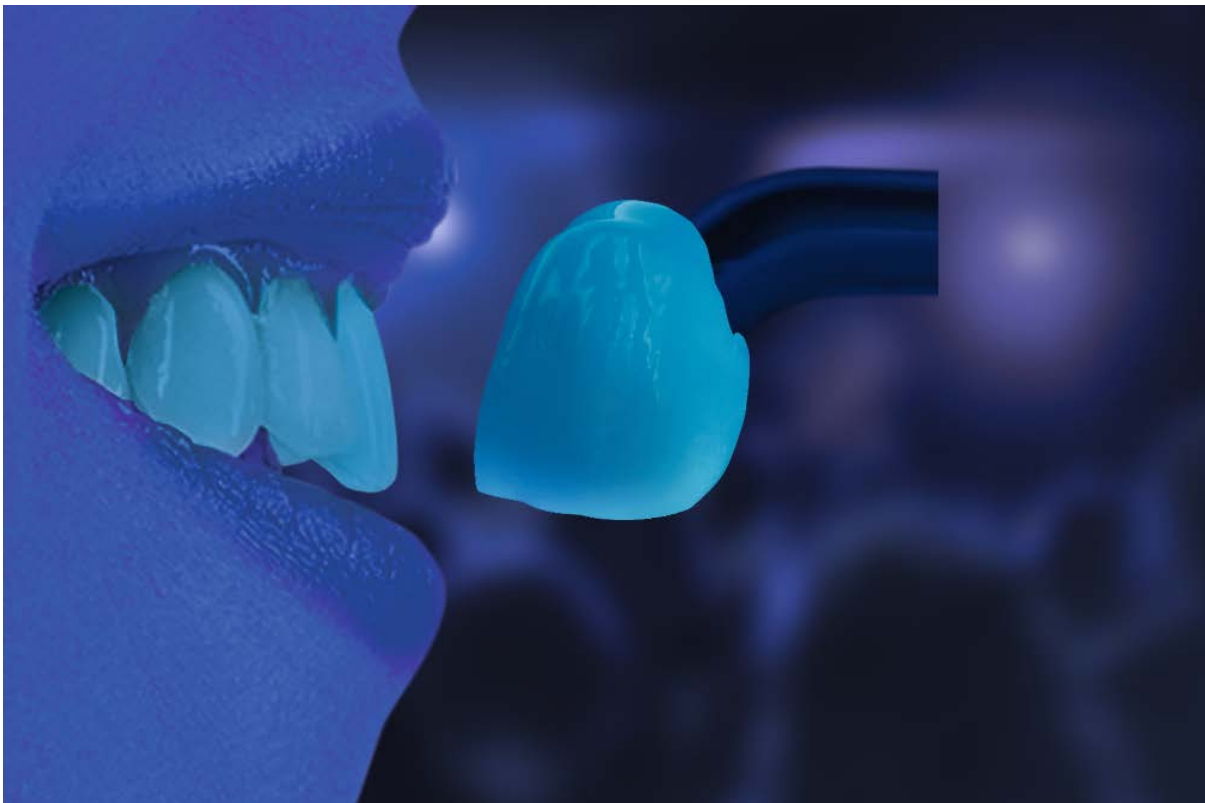


Abb. 2: Lava Esthetic mit fluoreszierenden Eigenschaften. Quelle: 3M

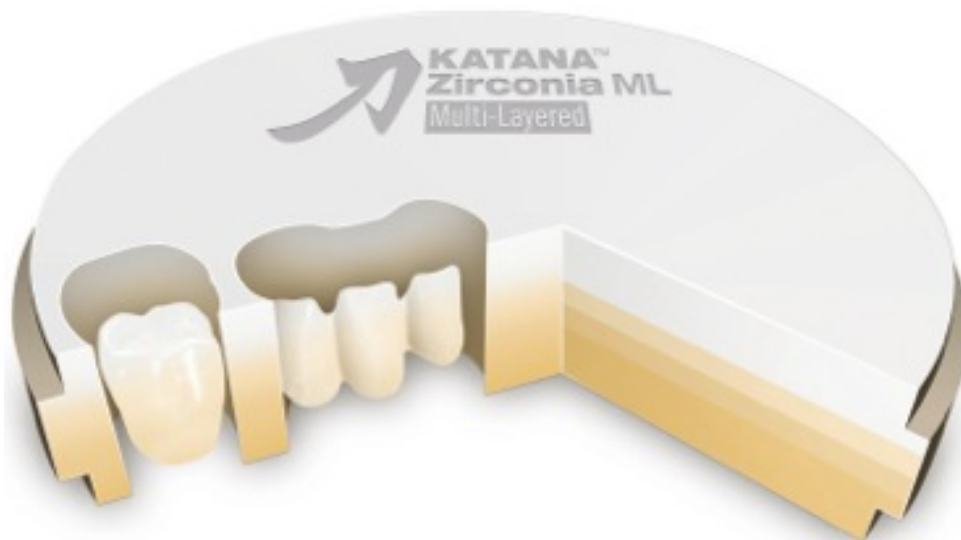


Abb. 3: Mehrschichtige, multichromatische ZrO_2 -Ronde mit Dentin- und Schmelz-Strukturen für monolithische Rekonstruktionen (Katana). Quelle: Kuraray-Noritake

Eine Rolle spielt auch die Sintertemperatur und die Prozessdauer. „Highspeed“-Sintern führt im Durchlicht zu farblich dunkleren Ergebnissen, längeres Sintern unterstützt die Transluzenz (**Abb. 4-5**). Eine forcierte Abkühlphase setzt Zugspannungen im Kristallgitter frei (bis 1.750 MPa), eine kontrollierte Abkühlphase (15 Min. bis Raumtemperatur) lediglich 200 MPa.

Grundsätzlich bietet monolithisches ZrO_2 die Möglichkeit, substanzschonender zu präparieren. Wurden ursprünglich Kronen-Wandstärken von 1,0-1,5 mm empfohlen, können diese für monolithische Kronen auf 0,6 mm gesenkt werden. Die Verbinderschnitte für Brücken wurden von den Herstellern von mindestens 16 mm² auf 12 mm² (2 Pontics) zurückgenommen. Längerfristige Studien auf dieser Grundlage zur klinischen Bewährung liegen jedoch noch nicht vor.

ZrO_2 -Oberflächen bieten einen höheren Grad an Totalreflexion, verglichen mit Glaskeramik. Die Politur beeinflusst das Chroma und den Lichtfluss. Dadurch erhält ZrO_2 einen spiegelähnlichen, permuttartigen Glanz, das den visuellen Eindruck verändert. Angezeigt ist eine zweistufige Politur mit Gummi- bzw. Silikonpolierkörpern mit abgestuften Körnungen.

Trotz der Veränderungen auf kristalliner Ebene ändern sich die Empfehlungen für die Befestigung nicht grundlegend. Obwohl bis zur Bruchfestigkeit von 350 MPa konventionell zementiert werden kann, empfiehlt sich die adhäsive Befestigung, besonders bei Brückenrestorationen. Dadurch werden verbesserte Langzeit-Überlebensraten erzielt. ZrO_2 kann generell nicht angeätzt werden, deshalb ist das Abstrahlen der Kroneninnenseite mit Al_2O_3 angezeigt (Korn 50 µm, Strahldruck 1-2 bar). Für den chemischen Haftverbund eignen sich nach Konditionierung der Stumpfoberflächen mit MDP-haltigen Adhäsiven konventionelle oder selbstadhäsive Befestigungskomposite mit sauren Monomeren.

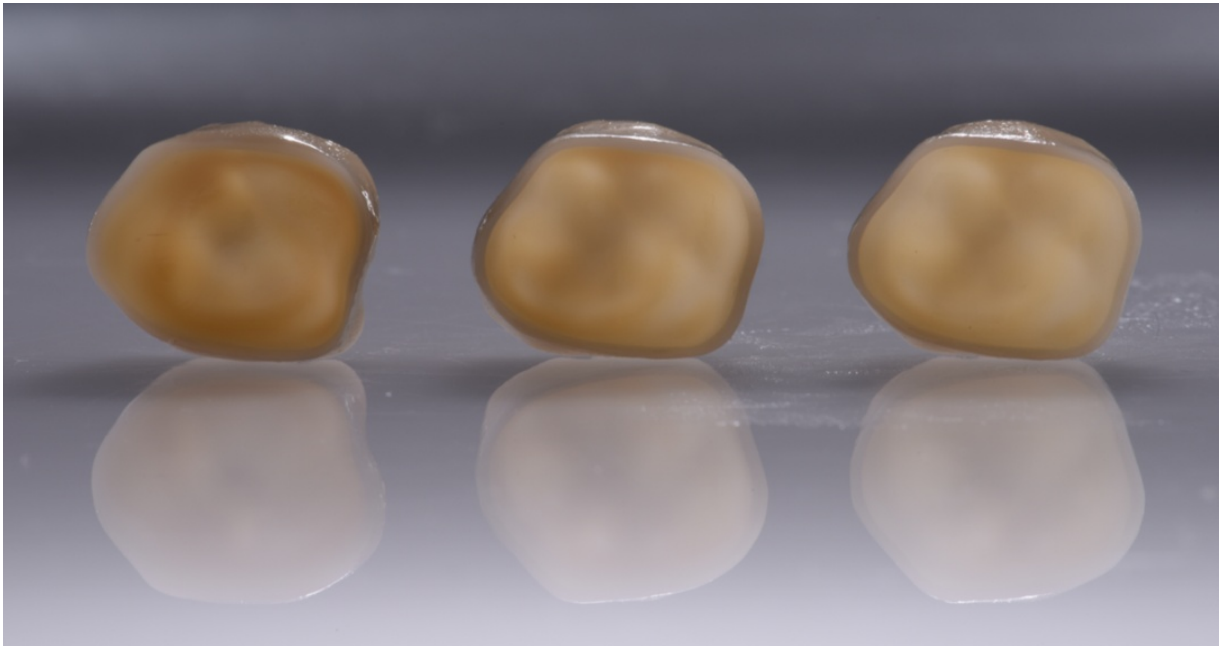


Abb. 4: Einfluss der Schichtstärke und des Sinterprogramms auf die Transluzenz von monolithischen Kronen aus Zirkoniumdioxid mit semitransparenten Eigenschaften (4. ZrO₂-Generation). Blick von basal in das Kronenlumen im Durchlicht. Die Schichtstärke sowie die Dauer der Sinterung bestimmen die Lichtdurchleitung. Farbe A3 – links: 1,0 mm Schicht, 15 Minuten Sinterung; Mitte: 0,6 mm Schicht, 37 Minuten Sinterung; rechts: 0,6 mm Schicht, 57 Minuten Sinterung. Quelle: Ivoclar Vivadent



Abb. 5: Blick von okkusal mit unveränderten Schichtstärken und Sinterzeiten (wie oben). Die Schichtstärke beeinflusst sichtbar die Opazität. Vergleichsweise längere Sinterzeiten (bis 57 Minuten) erhöhen die Transluzenz der Krone. Quelle: Ivoclar Vivadent

Update Implantologie

Die Einführung der Digitalisierung und CAD/CAM-Technik in Kombination mit der dreidimensionalen Volumentomographie hat die Entwicklung computergestützter Implantationsvarianten begünstigt. Unbestritten ist, dass navigationsgeführte, operative Verfahren mehr Sicherheit bieten und präzisere Ergebnisse ermöglichen. Um einen Überblick über die noch vorhandenen knöchernen Strukturen und den Grad der Atrophie zu erhalten, eignet sich laut *Priv.-Doz. Dr. Jörg Neugebauer*, Landsberg, besonders die DVT-Aufnahme für eine 3D-Diagnostik. Damit kann besonders für die Umsetzung der anguliert berechneten Implantatpositionen eine exakte Planung durchgeführt werden. Ferner kann der Bedarf einer periimplantären Augmentation ermittelt werden. Auch kann beantwortet werden, ob die Implantate zunächst gedeckt einheilen sollen oder sofortversorgt und belastet werden können.

Das DVT bietet ein gutes Abbild der knöchernen Struktur sowie des Verlaufs des Nervus alveolaris und enthält nur geringe Ungenauigkeiten durch mathematische Algorithmen, die bei der virtuellen Rekonstruktion der Anatomie benutzt werden. Der DVT-Scan dient auch der Backward-Planung; hierbei wird der prothetische Aufbau geplant, konstruiert und funktionell auf den Antagonisten eingerichtet. Passend zur prothetischen Position werden die Implantate auf Basis der virtuellen Planung im Datensatz inseriert, als digitales Modell im Computer dargestellt oder als Wax-up ausgewiesen. Der DICOM-Datensatz des DVT wird mit dem digitalen Modell deckungsgleich übereinander gelegt. Hilfe bieten hier Referenzpunkte in den Software-Programmen, die ein exaktes „Matchen“ ermöglichen. Je weniger Eigenbezahnung vorhanden ist, umso anspruchsvoller ist dieser Prozess durchzuführen. Die meisten Programme bieten eine Funktion, um die zu ersetzenden Zähne direkt im Datensatz aufstellen zu können. Das Knochenangebot wird in horizontaler und vertikaler Ausdehnung gemessen. Danach erfolgt die Konstruktion der chirurgischen Bohrschablone (**Abb. 6**) für die enossale Insertion.

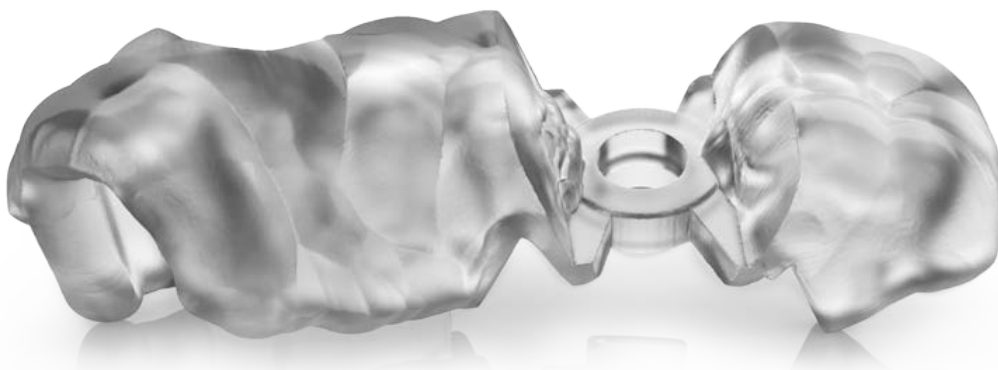


Abb. 6: Digital gefertigte Bohrschablone zur Enossal-Insertion. Quelle: Sicat

In der Planungsphase wird bereits entschieden, welche schablonengeführte OP-Technik zum Einsatz kommen soll. Dafür eignen sich polymerisierte, gefräste oder gedruckte Schienen, in denen eine Hülse eingelassen wird, um die Pilotbohrung zu steuern. Neben Implantatposition, Implantatachse wird damit auch die enossale Bett-

tiefe festgelegt. Sogenannte „Guide-Schablonen“ bieten alle Bohrsequenzen bis zur Fertigstellung des Implantatbetts. Beim „Full-Guide-Verfahren“, das sehr exakte Führungshilfen erfordert, wird das Implantat transgingival inseriert, ohne einen Muko-Periost-Lappen präparieren zu müssen. Bei mehreren Implantaten kann die Einschubrichtung der Enossalpfeiler individuell anguliert werden (**Abb. 7-8**).



Abb. 7: Chirurgische Bohrschablone zur Platzierung von Implantatpfeilern, gefertigt auf Basis von DICOM-Daten aus dem DVT. Der PMMA-Werkstoff wird 5-achsig ausgefräst mit Wandstärken von 2-3 mm. Die Konstruktion mit Bohrhülsen zur definierten Instrumentenführung ermöglicht verschiedene Angulationen der Enossalpfeiler. Quelle: Sicat



Abb. 8: Die Einschubrichtungen zeigen, dass mit der Bohrschablone unterschiedliche Angulationen der Enossalpfeiler im Knochenlager möglich sind. Quelle: Sicat

Die navigierte Implantation bietet den Vorteil, dass die Position des Implantats, die Angulation der Suprastruktur vorausgeplant werden können und damit einen wertvollen Beitrag zum Behandlungserfolg liefern.

Digitale Implantologie erhöht die Sicherheit

Studienergebnisse zur klinischen Bewährung implantatgetragener Versorgungsformen belegen, dass die Überlebensraten im Korridor von 90 Prozent und höher liegen und damit hochgesteckte Erwartungen erfüllen. Das heißt aber auch, dass bei einer Erfolgsrate von 90 Prozent 50 von 500 Implantaten verloren gehen. Überleben ist jedoch nicht gleich Erfolg, denn Übersichtsarbeiten zeigen, dass die ästhetischen, biologischen und technischen Komplikationen mit 13,5 Prozent immer noch hoch sind. Diese Erkenntnisse basieren laut *Neugebauer* darauf, dass Komplikationen bei Patienten mit parodontal kompromittiertem Weichgewebe und das Risiko einer Periimplantitis deutlich höher sind als bei PA-gesunden Patienten. Deshalb teilt die Implantologie die größte Schnittmenge mit der Parodontologie. Das Management des periimplantären Weichgewebes ist eine Herausforderung für das ästhetische Ergebnis und macht den Aufbau von verloren gegangenem Gewebe zur Bedingung. Auch die Prothetik trägt zum Behandlungserfolg bei. Ist der Zahnersatz nicht putzbar, steigt die Periimplantitisrate und kann zu Knochenverlust führen. Dem Behandler obliegt es, diese Risiken frühzeitig einzuschätzen und ggfs. adjuvante oder alternative Therapieoptionen dem Patienten vorzuschlagen.

Für die Minimierung von Risiken und zur Planung der chirurgischen und prothetischen Abläufe ist die bildgebende Diagnostik und Befundung mittels 3D-Röntgenaufnahmen (DVT, CT) angezeigt. Die Situation von Weichgewebe, Knochenstruktur, das Erkennen von Nervenbahnen, die Bestimmung der Implantatposition, die Planung prothetischer Suprakonstruktionen mit Angulationen im Abutmentbereich – das alles kann in die Datensätze eingefügt werden. Sinn der digitalen Bildgebung ist in erster Linie die Umsetzung der Planung in eine intraoperativ verwendbare Schablone für die Enossalbohrung, das Definieren der Insertionstiefe und der Einschubrichtung bzw. die Platzierung des Implantats.

Im Rahmen einer Rückwärtsplanung, die vom prothetischen Endergebnis Einfluss auf die klinischen und operativen Maßnahmen nimmt, bietet die Digitaltechnik große Vorteile. Dadurch können die Schritte zur OP exakt vorbereitet und das Endergebnis weitgehend voraus bestimmt werden.

„Pas de deux“: Digital und analog kombinieren

Univ.-Prof. Dr. Stefan Wolfart, Ärztlicher Direktor der Zahnärztlichen Prothetik am Universitätsklinikum der RWTH Aachen, betonte in seinem Vortrag „Implantologie Update“, dass Digitaldaten für die Zusammenarbeit mit der Zahntechnik vorteilhaft sind, weil die Datensätze in die CAM-Systeme des Labors eingespeist werden können. So können Intraoralabformung, Modelle, Bohrschablone, Provisorien, Kieferrelationsbestimmung in der Praxis computerunterstützt durchgeführt bzw. gefertigt werden; im Labor erfolgt das Setup bzw. Waxup mit Artikulation, die Gerüst- und Kronenherstellung sowie die Verblendung der Restaurationen. Hierbei profitieren implantatgetragene Einzelkronen und kurzspannige Brücken besonders vom digita-

len Workflow, weil mit der virtuellen Konstruktion auf ein physisches Modell verzichtet werden kann; ferner sind die Arbeitszeiten kürzer und senken die Kosten.

Eine durchgängig navigierte Computerunterstützung wird laut *Wolfart* dadurch eingeschränkt, dass der Workflow vor allem im Bereich von Komplettanierungen mit und ohne Implantate immer noch auf analoge Zwischenschritte angewiesen ist. So bevorzugt der Referent bei komplexen Fällen, z.B. bei mehreren Implantatpfeilern für mehrgliedrige Brücken, die analoge Vorgehensweise. Dazu zählen Polyäther-Abformungen, konventionelles Meistermodell, Kieferrelationsbestimmung sowie Artikulation und Setup bzw. Waxup. Besonders bei der Implantatversorgung des zahnlosen Kiefers ist der Analogprozess noch der „Goldstandard“. So beherrschen die Intraoralscanner laut *Wolfart* noch nicht die Ganzkiefervermessung mit der erforderlichen Genauigkeit, weil Referenzpunkte auf der Schleimhaut fehlen. Lediglich die Gerüstgestaltung wird heutzutage meist im CAD/CAM-Prozess realisiert. Zwingend ist dieses Vorgehen, sobald angulierte Verschraubungen angewendet werden – auch um bei anguliert stehenden Implantaten eine okklusale Verschraubung zu ermöglichen.

Wolfart empfahl bei komplexeren Fällen eine 3D-Röntgenanalyse sowie den Einsatz der geführten Bohrschablone mit Digitalunterstützung. Damit können Risiken eher ausgeschlossen und die OP mit größerer Sicherheit durchgeführt werden. Hierbei sollten bereits in der Planungsphase funktionelle und ästhetische Aspekte besonders berücksichtigt werden. Bei komplexen Behandlungen empfahl der Referent, das zahntechnische Procedere einem erfahrenen ZT-Labor zu übertragen. Diese Forderung ist dem schnellen Fortschritt im digitalen Workflow geschuldet, der dazu beiträgt, dass Zahntechniker ihr handwerkliches Geschick mit IT-Fähigkeiten verbinden.

In einer Untersuchung zum Vergleich von freihändig ausgeführten Implantationen am Modell sowie dreidimensional geplanten und navigierten Implantationen konnte eine signifikant präzisere Umsetzung der geplanten Implantatposition mit der geführten Methode erreicht werden (Nickenig, Wichmann et al., 2007)

Keramik-Abutments ohne Zugspannung

Für die Aufbauten zweiteiliger Implantate können heute statt Metall auch Zirkoniumdioxid- (ZrO_2) oder Lithiumdisilikat-Keramik (LS_2) genutzt werden. Vor allem im ästhetisch sensiblen Weichgewebstdurchtritt sind vollkeramische Abutments vorteilhaft. Dadurch wird eine gräuliche Verfärbung der Gingiva durch metallisches Durchscheinen vermieden. Ferner erreichen vollkeramische Kronen erst bei Verwendung vollkeramischer Abutments ihre volle ästhetische Qualität, da kein dunkler Metallpfosten den Lichtdurchtritt behindert.

Die Verbindung zwischen Enossalpfeiler aus Titan und Keramik-Abutment kann durch Verschrauben oder Verkleben erfolgen. Die Stabilität des Keramik-Abutments wird dadurch erhöht, dass eine Titanhülse (TiBase, Variobase) mit der Innenseite des Abutments verklebt wird. Dadurch, dass die Titanhülse in das Titan-Enossalteil eingreift, gerät das Abutment nicht unter Zugspannung, die bei direkter Keramikverschraubung entstehen würde (**Abb. 9**).

Die Abzugsfestigkeit von Keramik-Abutments mit verklebter Titanhülse prüfte *Univ.-Prof. Dr. Sven Reich*, Klinik für Zahnärztliche Prothetik an der RWTH Aachen, nach Kausimulation mit 1,2 Millionen Zyklen. Das Testmuster, bei dem das Innenlumen des ZrO_2 -Abutments sowie die Titanhülse vor dem Verkleben abgestrahlt wurde (Al_2O_3 , 50 μm , 1-2 bar), zeigte mit 700 Newton Abzugskraft den höchsten Widerstandswert. Voraussetzung ist, dass die Klebeflächen trocken und nicht speichelkontaminiert sind. Diese Konditionierung ist geeignet, technische Komplikationen im Fügebereich des Implantats, z.B. eine Frühlockerung der Mesostruktur, zu unterbinden.



Abb. 9: Straumann Variobase aus Titan als stabilisierende Verbindung zwischen Enossalpfeiler und Mesostruktur aus ZrO_2 oder Lithium-Aluminosilikat (N!ce), Verklebung mit Panavia F2.0 (Kuraray) empfohlen. Quelle: Straumann

Sind stoßdämpfende Kronen angezeigt?

Für implantatgetragene Kronen haben sich laut *Prof. Sven Reich* monolithische, d.h. verblendfreie Versorgungen aus Zirkonoxid- (ZrO_2) und Lithiumdisilikat-Keramik (LS_2) in praxi bewährt – ZrO_2 ebenso bei fehlender Titanbasis, wenn das Abutment direkt mit dem Enossalpfeiler verschraubt wird. Implantatkronen aus Hybridwerkstoffen, d.h. polymer-dotierte Feldspatkeramik (Enamic) und keramik-dotierte CAD-Komposite (Brilliant Crios, CeraSmart, LuxaCam, Tetric CAD) scheinen sich nach Herstellerankunft ebenfalls dafür zu eignen (**Abb. 10**). Diese Werkstoffe verfügen über Festigkeitswerte auf dem Niveau von Feldspatkeramik und – ganz entscheidend – über Elastizitäts-Moduli, die mit 12-30 GigaPascal (GPa) im Korridor von Schmelz und Dentin liegen. Auch die Attrition mit Verschleißwerten von 15-29 μm pro Jahr verläuft „parallel“ mit der natürlichen Zahnhartsubstanz.

Aufgrund der elastischen Verformung mit stoßdämpfender Wirkung scheinen Kronen aus Hybridwerkstoffen geeignet zu sein, dass durch die damit verbundene Resilienz der Eintrag hoher Kaukräfte auf Implantat und Knochenlager kompensiert und damit biomimetische Bedingungen erfüllt werden. Die Aussagen der Materialhersteller be-

ruhen weitgehend auf In-Vitro-Studien; mittel- und langfristige Daten zur klinischen Bewährung stehen noch aus.



Abb. 10: NC-gefräste Implantatkrone aus keramikdotiertem CAD-Komposit (Brilliant Crios) und Titanhülse für den spannungsfreien Enossalkontakt. Quelle: Coltene

Auf einen Blick

Monolithische Rekonstruktionen aus Zirkonoxid liegen im Trend. Neue Kristallstrukturen unterstützen den Lichtfluss. Mit der neuen Werkstoffgeneration lassen sich durch die Lichtdurchlässigkeit sehr ästhetische Versorgungen herstellen. Schnellsintern erzeugt ein dunkleres Chroma und reduziert die Transluzenz. Zur Maskierung verfärbter Zahnstümpfe sind monolithische ZrO_2 -Varianten mit geringerer Lichtdurchlässigkeit erforderlich. Grundsätzlich ermöglicht monolithisches ZrO_2 dünne Wandstärken; das reduziert die Invasivität der Behandlung.

In der Implantologie trägt die 3D-Diagnostik erheblich zur Sicherheit in der chirurgischen und in der prothetischen Phase bei. Die navigierte Implantation mittels der geführten Bohrschablone ermöglicht die exakte Positionierung der Enossalpfeiler. Dadurch kann auch die Angulation der Suprastruktur vorausgeplant werden. Komplexe Implantatversorgungen sind immer noch auf analoge Zwischenschritte angewiesen.

Keramikdotierte CAD-Komposite scheinen für implantatgetragene Kronen geeignet zu sein. Der E-Modul bietet biomimetische Eigenschaften und kann den Eintrag hoher Kaukräfte auf Implantat und Knochenlager kompensieren.

Manfred Kern

Schriftführung Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde

Kontakt:

AG Keramik

Postfach 11 60

D-76308 Malsch

info@ag-keramik.de

www.ag-keramik.de

Redaktion:

Manfred Kern, Wiesbaden - Schriftführung AG Keramik

Tel. (0611) 401278, Fax 716 7618

E-Mail: kern.ag-keramik@t-online.de

August 2018