

Zusammenfassung

Das Sirona CEREC Connect-Portal bietet als zweites System am Markt die Möglichkeit eines kompletten digitalen Workflows. Es wird hierbei ein intraorales, lichtoptisches 3-D-Erfassungssystem über ein zentrales Rechen-system mit dem zahntechnischen Labor verbunden, in dem die erfassten Daten weiterverarbeitet werden und letztendlich die daraus resultierende zahntechnische Arbeit im digitalen Verblendverfahren fertiggestellt wird. Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang, dass das zahntechnische Labor den zentralen Drehpunkt des digitalen Workflows bildet.

Indizes

Digital Workflow, Computer Aided Impressioning (CAI), Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM), Rapid Prototyping (RP), Sinterverbundtechnologie (SVKTM), IPS e.max CAD-on, Zirkoniumdioxid, Lithiumdisilikat (LS2), Rapid Layer Technology (RLT)

Digital Workflow, Teil 3

Von der intraoralen Abformung mit CEREC AC bis zur IPS e.max CAD-on-Verblendung

Josef Schweiger, Florian Beuer, Marlis Eichberger, Daniel Edelhoff

Nachdem bereits 3M Espe, Seefeld, mit dem LAVA-System den kompletten Workflow im digitalen Verfahren eingeführt hat, gibt es nun auch bei Sirona, Bensheim, mit dem CEREC Connect-Portal die Möglichkeit, intraoral erfasste Daten online an das zahntechnische Labor zu versenden, in welchem die CAD/CAM-Fertigung der Gerüste erfolgt und anschließend durch neu entwickelte Technologien nun auch die Verblendung der Restauration digital möglich wird.^{11,12} Man differenziert sogenannte „Inoffice“- und „Outoffice“-Systeme. Bei den „Inoffice“-Systemen erfolgen die Datenerfassung und die Restaurationsherstellung direkt in der zahnärztlichen Praxis, während bei den „Outoffice“-Systemen nach der intraoralen Datenerfassung diese zur Weiterverarbeitung an das zahntechnische Labor bzw. an das Herstellungszentrum geschickt werden. Das CEREC-System bietet beide Möglichkeiten an.^{2,6,7,10,12}

In der zahnärztlichen Praxis werden die dreidimensionalen Daten der intraoralen Mundsituation durch das Aufnahmesystem CEREC AC erfasst (Abb. 2 und 3). Der Intraoralscanner besteht aus drei Elementen:

Der digitale Arbeitsablauf = „Digital Workflow“ (Abb. 1)

Die digitale Abformung (CAI = Computer Aided Impressioning)

Abb. 1 Der digitale Workflow mit dem Sirona CEREC-System im Überblick. Das zahntechnische Labor spielt hierbei eine zentrale Rolle.

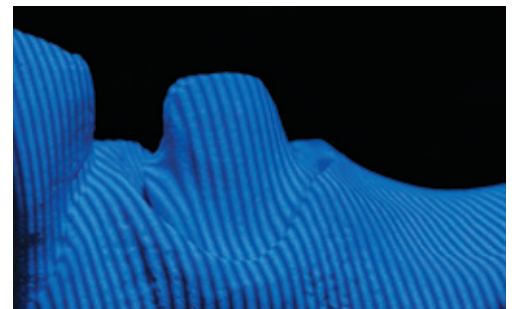
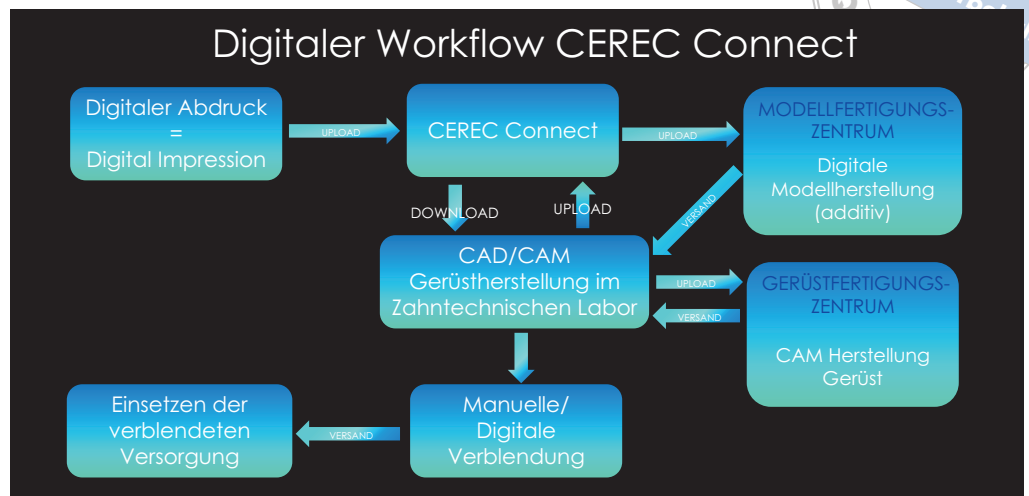


Abb. 2 und 4 Die intraorale Aufnahmeeinheit CEREC AC arbeitet auf der Basis der Streifenlichtprojektion.

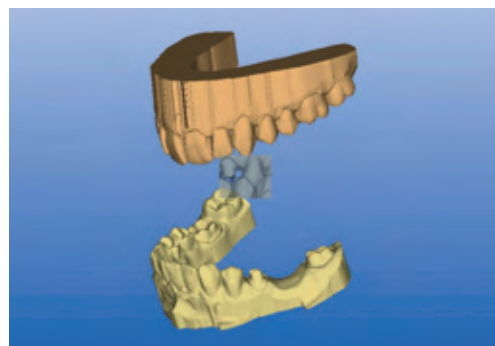
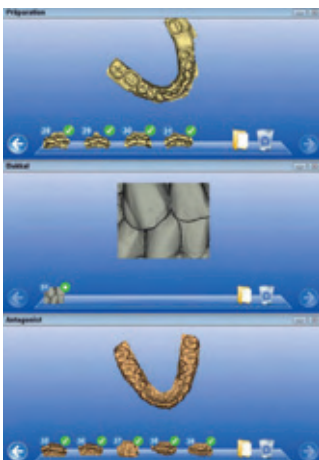


Abb. 5 und 6 Die erfassten Daten des Ober- und Unterkiefer können mithilfe einer vestibulären Aufnahme in der Software einander zugeordnet werden.



Abb. 7 In der CEREC-Software V 3.80 kann die Kontaktsituation von Ober- und Unterkiefer visualisiert und gegebenenfalls softwareseitig optimiert werden.

- Handstück
- Bildschirm
- Rechereinheit mit Tastatur

Das Aufnahmeprinzip ist dabei das Triangulationsverfahren mit Streifenlichtprojektion (Abb. 4).^{2,13,14} Es werden sowohl die Daten des präparierten Kiefers als auch die Daten

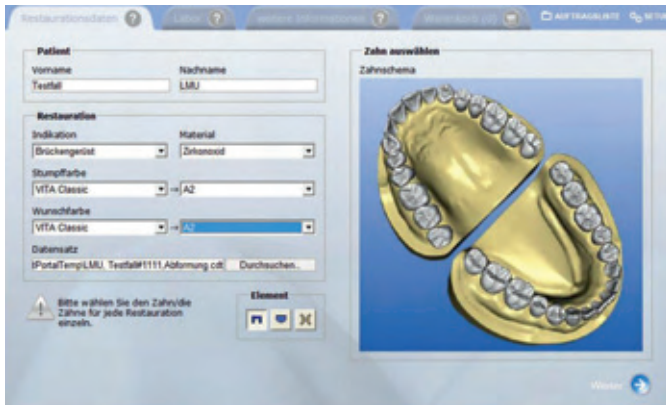


Abb. 8 Den Abschluss der digitalen Abformung bildet das Hochladen der Scandaten über CEREC Connect auf einen Zentral-Rechner.

Abb. 9 Bei Bedarf kann die vom Zahnarzt festgelegte Präparationsgrenze durch den Zahntechniker verändert werden.

des Gegenkiefers erfasst. Zur Bestimmung der Relation beider Kiefer zueinander wird eine abschließende bukkale Aufnahme in der Schlussbissposition gemacht (Abb. 5). Anhand dieser Bukkal-Scans ist die Software in der Lage, die Datensätze von Ober- und Unterkiefer zusammenzumachen (Abb. 6). Die Software ermöglicht die Darstellung der Kontaktsituation in dieser Schlussbissposition und bietet zusätzlich die Option, die Kontaktsituation virtuell zu optimieren (Abb. 7), was letztendlich bei analogen Modellen einem Einradieren von Frühkontakten entsprechen würde. Den Abschluss der digitalen Abformung bildet das Hochladen der Scandaten über CEREC Connect auf einen Zentralrechner, von dem aus das ausgewählte Labor die Daten anschließend downloaden kann (Abb. 8).

- Aktive Triangulationstechnik = automatisches Auslösen der Aufnahme
- Streifenlichtprojektion
- Genauigkeit: 19 mm Einzelscan, 34 mm Quadrantenscan⁸
- Hochentwickelte Oberflächenberechnung mit einem einzigartigen und patentierten Berechnungsverfahren
- Anbindung an den CEREC Connect
- Derzeit einziges „Inoffice“- und „Outoffice“-System am europäischen Markt
- Der Zahntechniker ist zentraler Bestandteil des „Digital Workflow“

*Kernpunkte zur CEREC
AC-Aufnahmeeinheit*

Das Labor lädt die digitalen Abformdaten des Zahnarztes mit einer speziellen Software von einem gesicherten Datenportal herunter. Der Zahntechniker sieht ein virtuelles 3-D-Modell des Kiefers auf Basis der erfassten Daten des Zahnarztes, d. h. die Mundsituation wird 1:1 auf dem Bildschirm wiedergegeben. Für die Gestaltung des Gerüsts und für das zum Verblenden notwendige physische Modell (stereolithografisches Modell = SLA-Modell) wird vom Zahntechniker die vom Zahnarzt festgelegte Präparationsgrenze überprüft und bei Bedarf verändert (Abb. 9). Anschließend wird auf der Basis dieser Daten das SLA-Modell im Modellfertigungszentrum online bestellt.

Modellherstellung

Die Stereolithografie ist ein additives (auftragendes) Verfahren. Man nennt diese Herstellungsform auch generatives Verfahren oder Rapid-Prototyping-Verfahren. Das digi-



Abb. 10 bis 12 Aus den 3-D-Datensätzen der Modelle werden mithilfe der Stereolithografie physische Modelle hergestellt, welche durch schichtweisen Aufbau (Schichtdicke = 25 µm) in der Z-Achse entstehen.

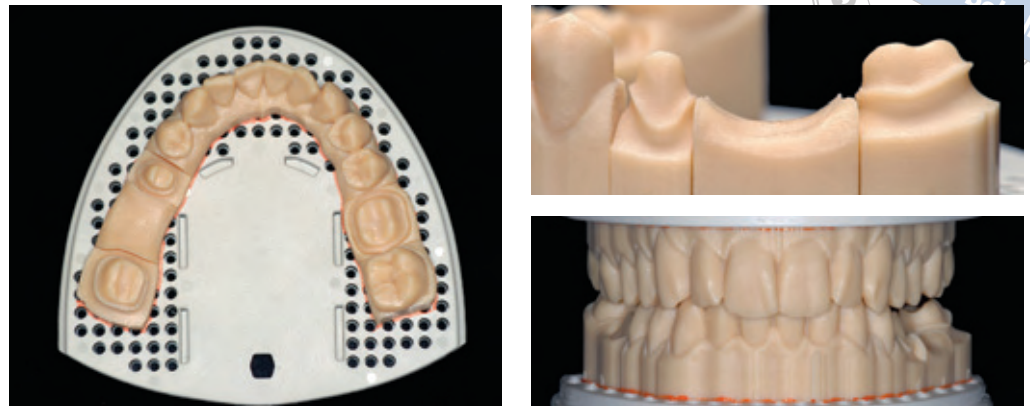
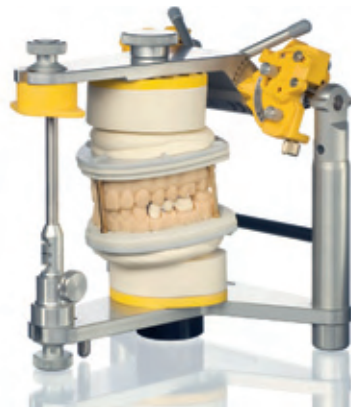


Abb. 13 Falls gewünscht, ist es auch jederzeit möglich, die Modelle in einen handelsüblichen Artikulator einzusetzen. Spezielle Splitcast-Adapterplatten erleichtern das Eingipsen der Modelle in den Artikulator.



tale Sägeschnittmodell liegt als STL-Datensatz vor (STL = Standard Tessellation Language). Beim STL-Format wird die Oberfläche eines Gegenstands mithilfe kleiner Dreiecke beschrieben. Aus diesen Flächendaten wird anschließend ein Volumenmodell generiert, welches im nächsten Schritt in einzelne, aufeinanderliegende Schichten zerlegt wird. Dieser Vorgang wird „Slicen“ genannt. Auf der Basis der geslicten Daten erstellt die Stereolithografie-Maschine schließlich schichtweise das reale dreidimensionale Modell (Abb. 10). Als Baumaterial für die Meistermodelle kommen Acrylharzphotopolymere zum Einsatz. Die Schichtdicke beim Bauprozess beträgt derzeit 25 µm (Abb. 11). Neben dem eigentlichen Sägeschnittmodell wird auch der Gegenkiefer im additiven Verfahren hergestellt und beide Modelle werden in einen Okkludator eingesetzt (Abb. 12). Falls gewünscht, ist es auch jederzeit möglich, die Modelle in einen handelsüblichen Artikulator einzusetzen. Da die Erfassung der Kieferrelation durch die CEREC AC-Aufnahmeinheit in der Schlussbisslage von vestibulär erfolgt, entspricht die Position der Modelle im Okkludator exakt der Schlussbisslage im Patientenmund. Übertragungsfehler, die bei der herkömmlichen Kieferrelationsbestimmung vorkommen können, sind damit ausgeschlossen. Spezielle Splitcast-Adapterplatten erleichtern das Eingipsen der Modelle in den Artikulator (Abb. 13).

CAD-Konstruktion

Während im Modellfertigungszentrum das Stereolithografiemodell entsteht, kann bereits im zahntechnischen Labor mit der CAD-Konstruktion der Restauration begonnen werden. Dazu müssen die Daten vom CEREC Connect-Portal (Zentralrechner) herunter-

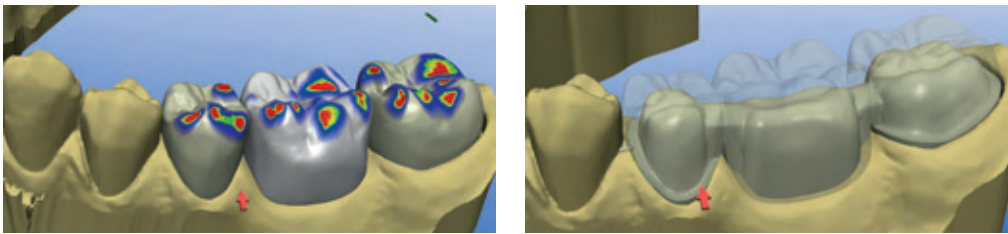


Abb. 14 Die vollanatomische CAD-Konstruktion erfolgt mit der CEREC-Software.

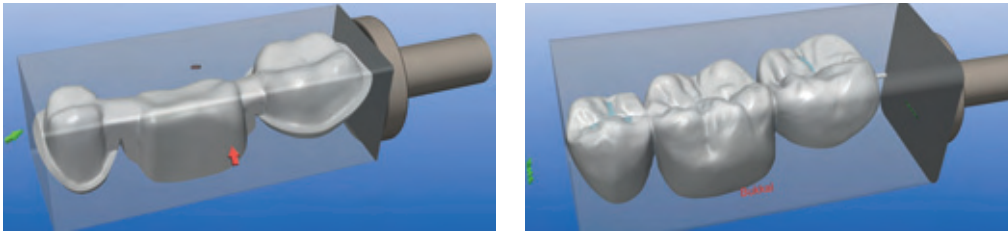


Abb. 15 bis 17 Das Aufteilen des vollanatomischen Datensatzes in die Datensätze des Gerüsts und der Verblendung nennt man „File-Splitting“.

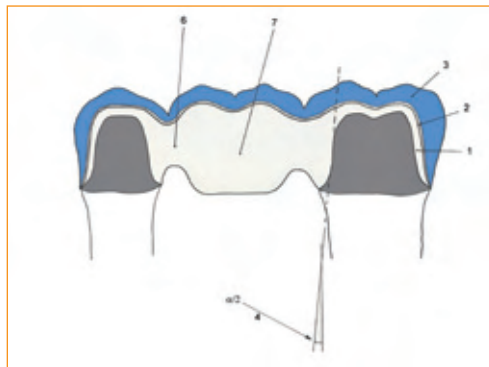


Abb. 18 Das Konstruktionsprinzip für IPS e.max CAD-on-Brücken (aus Patentanmeldung DE – 10 2005 042 091 A1).

geladen werden. Um die Möglichkeiten der digitalen Verblendung nutzen zu können, muss nach der vollanatomischen Konstruktion (Abb. 14), welche unter Berücksichtigung der okklusalen und approximalen Kontaktsituation erfolgt, der Datensatz in die beiden Datensätze des Gerüsts und der Verblendung aufgeteilt werden (Abb. 15 bis 17). Man bezeichnet diesen Vorgang als „File-Splitting“.¹⁵ Die Herausforderung bei der Teilung des vollanatomischen Datensatzes für Brückenkonstruktionen liegt darin, dass die beiden Bestandteile Verblendung und Gerüst nach dem Schleifvorgang zusammengefügt werden müssen. Dies bedeutet, dass die Verblendbereiche des Gerüsts keine untersichgehenden Stellen aufweisen dürfen (Abb. 18).

Die Fertigung der zahntechnischen Restaurationen erfolgt im Labor mithilfe der Sirona inLab MCXL-Schleifeinheit und der inLab 3D-Software ab Version V 3.80. Das Gerüst wird aus vorgesinterten Zirkoniumdioxidrohlingen (IPS e.max ZirCAD MO; MO = Medium Opacity) gefertigt (Abb. 19)¹⁵, die Verblendung aus Lithiumdisilikat-Blöcken, welche eine hohe Transluzenzstufe aufweisen (IPS e.max CAD HAT; HT = „High Translucency“) (Abb. 20). Da der Schleifvorgang unter Wasserkühlung erfolgt, muss vor dem Dichtsintern das Zirkoniumdioxidgerüst unter einer Wärmelampe getrocknet werden (Abb. 21). Anschließend erfolgt der „Speed-Sinterprozess“ im Ivoclar Programat S1 über einen Zeitraum von 2h 45 min (Abb. 22). IPS e.max ZirCAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) besitzt eine Biegefestigkeit > 900 MPa und ist derzeit in neun Blockgrößen

CAM-Fertigung



Abb. 19 und 20 Das Zirkoniumdioxidgerüst und die IPS e.max CAD-Verblendung nach dem Schleifvorgang auf der CEREC MCXL.



Abb. 21 Da der Schleifvorgang unter Wasserkühlung erfolgt, muss vor dem Dichtsintern das Zirkoniumdioxidgerüst unter einer Wärmelampe getrocknet werden.

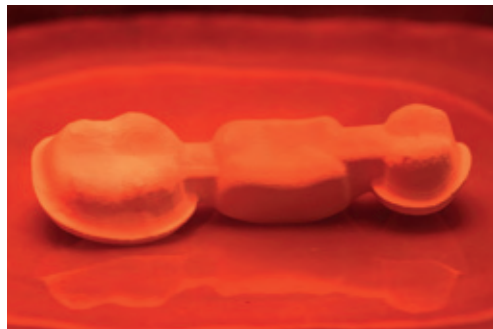


Abb. 22 Das dichtgesinterte Zirkoniumdioxidgerüst nach dem „Speed-Sinterprozess“ im Ivoclar Programat S1.



und drei Farben (MO 0, MO 1, MO 2) verfügbar. Die Lithiumdisilikat-Glaskeramik (LS2) weist eine Biegefestigkeit von 360 MPa auf. Für die IPS CAD-on-Technik gibt es die Blöcke bis zu einer Länge von 40 mm und in den 10 gängigsten HT-Farben (BL2, A1, A2, A3, A3,5, B1, B2, C1, C2, D2).¹⁵

Zur Herstellung von IPS e.max CAD-on-Restaurationen ist zwingend eine Sirona inLab MC XL-Schleifeinheit erforderlich. Multilayer-Restaurationen können nicht in der kleinen inLab MC L geschliffen werden. Die inLab MC L ist nicht mehr erhältlich.

Digitale Verblendung der dreigliedrigen Brücke (IPS e.max CAD-on)

Vor dem Sinterverbundbrand müssen die beiden Brückenbestandteile auf Passung geprüft werden. Falls Störstellen vorhanden sind, müssen diese auf der Innenseite der LS2-Verblendstruktur entfernt werden. Der zirkuläre Rand des Zirkoniumdioxid-Brückengerüsts darf nicht beschliffen werden. Kontakte zwischen der IPS e.max CAD-Verblendstruktur und dem IPS e.max ZirCAD-Gerüst sollten ausschließlich auf der Stufe des Gerüsts vorhanden sein. Bei Brücken darf im basalen Ponticbereich zwischen der IPS e.max CAD-Verblendstruktur und dem IPS e.max ZirCAD-Gerüst kein Kontakt bestehen. Zum Ausarbeiten der IPS e.maxCAD-Verblendstrukturen sollten bei Brücken im Interdentalbereich keine Trennscheiben verwendet werden. Vielmehr ist darauf zu achten, dass die Interdentalräume weiche Übergänge aufweisen. Dies kann beispielsweise mit konischen Diamanten oder diamantierten Gummirädern erreicht werden. „V-förmige“ Einschnitte sind dabei zwingend zu vermeiden. Bereits vor dem eigentlichen Füge-schritt erfolgt die Kontrolle der Okklusion und der Artikulation sowie der approximalen Kontaktpunkte auf dem Modell und im Artikulator. Die Okklusalfächen, insbesondere funktionelle Bereiche der Restauration, werden mit feinen Diamanten überschliffen, um das CAD/CAM-bedingte Oberflächenrelief zu glätten. Eine individuelle Gestaltung der Oberflächentextur mit Diamantschleifköpern schließt den Vorbereitungsprozess ab.

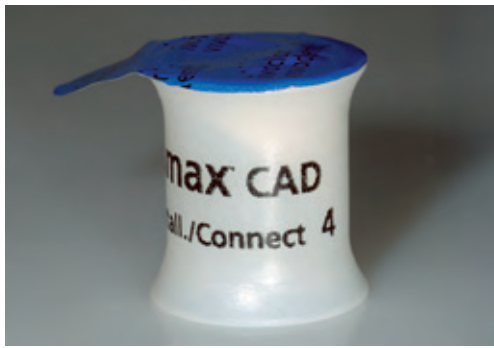


Abb. 23 und 24 Für den glaskeramischen Fügeprozess werden die IPS e.max CAD Crystall./Connect-Masse und das Vibrationsgerät „Ivomix“ benötigt.



Abb. 25 Nach dem Öffnen der Siegfolie wird die IPS e.max CAD Crystall./Connect-Masse mit einem Spatel unter Vibration durchmischt.

Abb. 26 IPS e.max CAD Crystall./Connect wird in kleinen Portionen mit dem Spatel aus der Kapsel entnommen und an allen Innenflächen der IPS e.max CAD-Verblendstruktur aufgetragen.

Vor dem Verfügeprozess muss darauf geachtet werden, dass sowohl die Gerüststruktur als auch der Verblendüberwurf vollständig gereinigt und jeglicher Rückstand des Schleifmittelzusatzes der CAD/CAM-Schleifeinheit entfernt ist. Ansonsten kann es zu Verbundproblemen und Verfärbungen kommen.

Für den glaskeramischen Fügeprozess werden die IPS e.max CAD Crystall./Connect-Masse und das Vibrationsgerät „Ivomix“ (Ivoclar Vivadent) benötigt (Abb. 23 und 24). IPS e.max CAD Crystall./Connect ist als Single-Dose bereits gebrauchsfertig dosiert und darf in keinem Fall verdünnt werden. Die Materialkonsistenz ist so eingestellt, dass eine optimal Fügung erreicht wird.¹⁵

Zu Beginn des Fügeprozesses wird die noch ungeöffnete IPS e.max CAD Crystall./Connect-Kapsel für ca. 10 Sekunden unter leichtem Druck auf der Arbeitsplattform des Ivomix bewegt. Nach dem Öffnen der Siegfolie wird das Material mit einem Spatel unter Vibration durchmischt (Abb. 25). Der Fügeprozess muss zügig durchgeführt werden, um ein vorzeitiges Austrocknen der Fügeglaskeramik zu vermeiden. Die Menge IPS e.max CAD Crystall./Connect in einer Kapsel ist ausreichend für eine viergliedrige Brücke. Zuerst wird etwas Fügematerial auf die Okklusalfäche des IPS e.max ZirCAD-Gerüsts gegeben, dann kann das Fügematerial durch den Ivomix gleichmäßig verteilt werden. Anschließend wird IPS e.max CAD Crystall./Connect in kleinen Portionen mit dem Spatel aus der Kapsel entnommen und an allen Innenflächen der IPS e.max CAD-Verblendstruktur aufgetragen (Abb. 26). Auch die Verblendstruktur wird kurz auf die vibrierende Arbeitsplattform des Ivomix-Geräts gesetzt, um eine gleichmäßige Verteilung der Konnektormasse zu erreichen. Im nächsten Schritt wird der Verblendüberwurf mit der Okklusalfäche auf die vibrierende Ivomix-Arbeitsplattform aufgesetzt und zugleich durch leichten Druck mit einem Spatel das Zirkoniumdioxidgerüst in die Verblendstruk-



Abb. 27 Das Entfernen von Überschüssen im Bereich des Fügspalts.



Abb. 28 Eventuelle Rückstände des IPS e.max CAD Crystall./Connect werden mit einem flachen Pinsel vollständig entfernt.

Abb. 29 und 30 Mit IPS e.max Object Fix wird die verfügte Brücke auf den Kristallisationspins befestigt.



atur eingefügt. Beim Zusammenfügen des IPS e.max ZirCAD-Gerüsts mit der IPS e.max CAD-Verblendstruktur muss rundherum zirkulär Konnektormasse austreten. Tritt nicht an allen Stellen Material aus, so muss der Fügeprozess mit einer neuen Kapsel IPS e.max CAD Crystall./Connect wiederholt werden.

Nach dem Fügen werden Überschüsse des Fügematerials von allen Flächen der Restauration vorsichtig entfernt. Am Fügespalt wird das IPS e.max CAD Crystall./Connect mit einem Spezialinstrument glattgestrichen und eventuelle Rückstände werden mit einem flachen Pinsel vollständig entfernt (Abb. 27 und 28). Abschließend erfolgt die Kontrolle der okklusalen Kontaktsituation im Artikulator. Sollte die Schlussbisslage nicht exakt erreicht werden, so wurden beide Bestandteile nicht korrekt gefügt und der Prozess muss wiederholt werden. Falls die Prüfung im Artikulator keine Bisserrhöhung zeigt, kann der Füge-/Kristallisationsbrand erfolgen.¹⁷ Hierfür werden sogenannte Kristallisationspins verwendet, welche mittig auf dem Kristallisationsträger platziert werden. Zur Fixierung der Restauration wird diese mithilfe des sogenannten IPS e.max Object Fix auf den Kristallisationspins befestigt, eine pastöse Masse, die in zwei verschiedenen Konsistenzen (Putty und Flow) zur Verfügung steht (Abb. 30 und 31). Der Kristallisationsbrand erfolgt bei 840 °C (Abb. 32).^{15,16}

Für die IPS e.max CAD-on-Technik wurden spezielle Brennprogramme entwickelt. Der Füge-/Kristallisationsbrand benötigt die Vortrockenfunktion. Aus diesem Grund können ausschließlich die folgenden Ivoclar-Vivadent-Öfen verwendet werden:

- P500, P700, EP5000 (manuelle Eingabe der Parameter)
- P300/G2 (Parameter in Software enthalten)



Abb. 31 und 32 Die IPS e.max CAD-on-Brücke vor und nach dem Kristallisationsbrand, welcher bei 840 °C erfolgt.



Abb. 33 Schleifkorrekturen an der Restauration, insbesondere im Übergangsbereich von Verblendung zum Gerüst, können mit geeigneten Schleifkörpern, idealerweise unter Wasserkühlung, erfolgen.

Nach dem Kristallisationsbrand wird die Restauration vom Kristallisationsträger abgenommen und eventuelle Reste des Fixierungsmaterials werden im Ultraschallbad oder mit dem Dampfstrahler entfernt. Schleifkorrekturen an der Restauration, insbesondere im Übergangsbereich von Verblendung zum Gerüst, können mit geeigneten Schleifkörpern, idealerweise unter Wasserkühlung, erfolgen (Abb. 33). Sollten Materialdefizite in der Fügezone auftreten, so können diese mit den IPS e.max Crystall./Add-On Connect-Massen ergänzt und ebenfalls bei 840 °C gebrannt werden.

Nach dem Füge-/Kristallisationsbrand erfolgt als zweiter Schritt der Charakterisierungs-/Glanzbrand (Abb. 34 und 35). Da die Malfarben auf die zahnfarbene Restauration aufgetragen werden, ist eine sehr genaue Einstellung der farblichen Charakterisierung möglich. Sowohl die Malfarben als auch die Glasurmasse stehen als gebrauchsfertige Pasten in der Spritze zur Verfügung. Auch der Charakterisierungs-/Glanzbrand erfolgt bei einer Temperatur von 840 °C. Es können maximal drei Charakterisierungs-/Glanzbrände durchgeführt werden. Die basale Auflagefläche des Zwischenglieds von IPS e.max CAD-on-Brücken wird nach dem Glanzbrand hochglanzpoliert (Abb. 36). Bei Bedarf kann diese Fläche ebenfalls mit IPS e.max CAD Crystall./Shades charakterisiert werden.¹⁷

Nach dem Glanzbrand sollte die Restauration nochmals im Artikulator überprüft werden, insbesondere die Passung des Zwischenglieds auf der „Gingiva“ und die okklusale bzw. proximale Kontaktsituation (Abb. 37 und 38).

Ästhetische Befestigungsmöglichkeiten sind entscheidend für die harmonische Farbwirkung einer Vollkeramikrestauration. Je nach Indikation können IPS e.max CAD-on-Restaurationen adhäsiv, selbstadhäsiv oder konventionell befestigt werden.

Befestigung

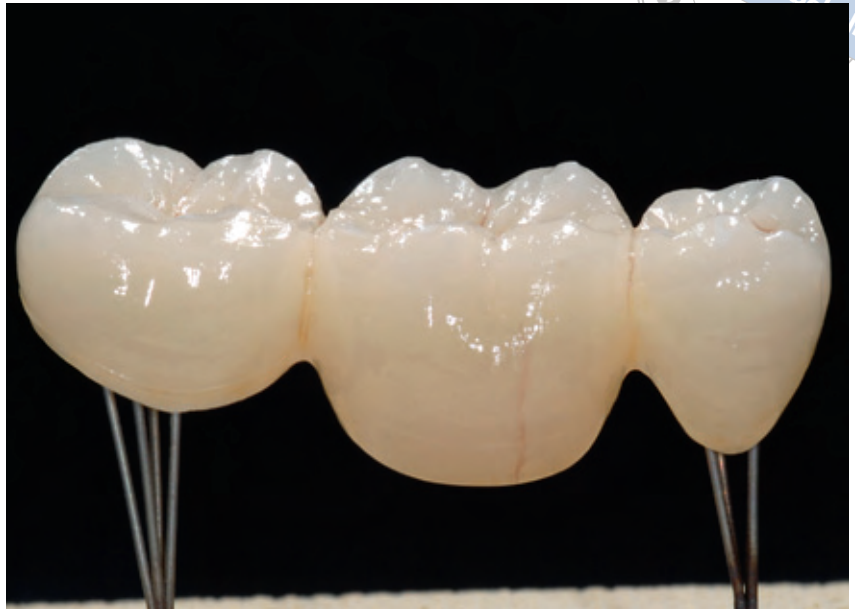


Abb. 34 und 35 Nach dem Füge-/Kristallisationsbrand erfolgt als zweiter Schritt der Charakterisierungs- und Glanzbrand.

Abb. 36 Die fertige IPS e.max CAD-on-Brücke von basal. Die gingivale Auflage des Brückenglieds ist hierbei hochglanzpoliert.



Abb. 37 und 38 Die fertige Restauration auf dem Meistermodell.





- Zur adhäsiven Befestigung ist beispielsweise Multilink Automix geeignet.
- Für die selbstadhäsive Befestigung steht SpeedCEM zur Verfügung.
- Für die konventionelle Befestigung können Glasionomere Zemente, wie beispielsweise Vivaglass CEM, verwendet werden.

Bei der adhäsiven Befestigung entsteht der Halt sowohl durch Haftreibung, vorwiegend jedoch durch chemische bzw. mikromechanische Bindung zwischen Befestigungsmaterial und Restauration sowie Befestigungsmaterial und Präparation. Daher ist keine retentive Präparation notwendig. Auf dem präparierten Stumpf finden abhängig vom Befestigungsmaterial spezielle Adhäsiv-Systeme Anwendung, um den mikromechanischen Verbund zum Dentin bzw. Schmelz zu erzeugen. Die adhäsive Befestigung bewirkt eine Erhöhung der Bruchfestigkeit der eingegliederten vollkeramischen Restauration.⁵

Adhäsive Befestigung

Das Befestigungsmaterial weist selbstkonditionierende Eigenschaften zum Zahn hin auf, wodurch keine zusätzliche Vorbehandlung der Zahnoberfläche notwendig ist. Der Halt der Restauration wird hierdurch zum Teil durch mikromechanischen bzw. chemischen Verbund erreicht. Um ausreichende Haftkräfte zu erhalten, ist eine retentive Präparation empfohlen. Die selbstadhäsive Befestigung bewirkt keine wesentliche Erhöhung der Bruchfestigkeit der vollkeramischen Restauration.⁹

Selbstadhäsive Befestigung

Bei der konventionellen Befestigung entsteht der Halt der Restauration fast ausschließlich durch Haftreibung zwischen dem Befestigungsmaterial und der Restauration sowie dem Befestigungsmaterial und der Präparation. Um die notwendige Haftreibung zu erhalten, ist eine retentive Präparation mit einem Präparationswinkel von bis zu 6° notwendig. Die konventionelle Befestigung bewirkt keine Erhöhung der Bruchfestigkeit der vollkeramischen Restauration.^{1,4}

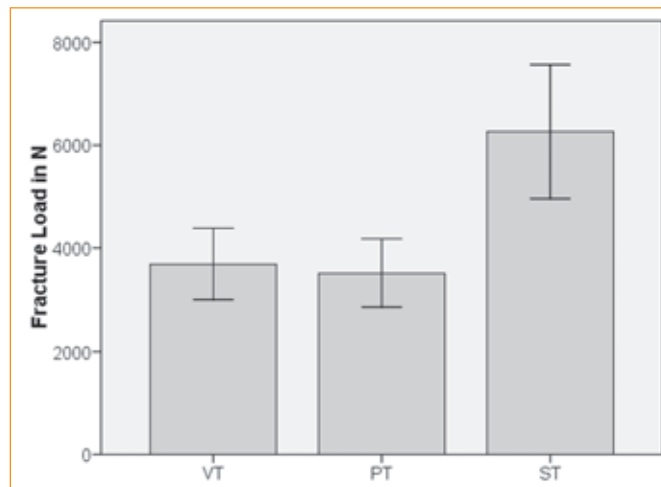
Konventionelle Befestigung

Der beschriebene Workflow mit dem Sirona CEREC-System kombiniert mit der IPS e.max CAD-on-Technologie bildet nach dem 3M Espe Lava-System das zweite Konzept am Markt, das den kompletten Arbeitsablauf von der intraoralen Erfassung bis zur digitalen Verblendung ermöglicht. Derzeit ist die IPS e.max CAD-on-Technologie das einzige Verfahren, das die digitale Verblendung von Brückenkonstruktionen bis vier Glieder ermöglicht. Die ermittelten Bruchfestigkeiten von Restaurationen mit IPS e.max CAD-on-Technologie sind im Vergleich zu konventionell keramisch verblendeten Restaurationen signifikant höher. So konnte für Seitenzahn-Einzelzahnkronen (Zahn 26) in der IPS e.max CAD-on-Technik ein mittlerer Bruchwert von 6.262 N erreicht werden, während die gleiche Geometrie manuell verblendet eine mittlere Bruchlast von 3.700 N und in Überpresstechnik verblendet eine mittlere Bruchlast von 3.523 N erzielte (Abb. 39).³ Ein ähnliches Bild ergab sich bei der Belastung von viergliedrigen Seitenzahnbrücken. Auch hier erzielten die Brückenrestaurationen, welche in IPS e.max CAD-on-Technologie verblendet wurden, signifikant höhere Bruchlasten als die manuell verblendete Variante. Der mittlere Wert der Bruchlast für viergliedrige Seitenzahnbrücken lag bei der IPS e.max CAD-on-Technologie bei 2.188 N, bei der manuellen Verblendung bei 1.388 N.¹⁶ Erstmals konnte mit diesen Ergebnissen belegt werden, dass die Anwendung digitaler Technologien im Arbeitsablauf die Zuverlässigkeit zahntechnischer Restaurati-

Resümee



Abb. 39 IPS e.maxCAD-on-Restaurationen verfügen über hervorragende mechanische Werte. In der Abbildung sind die Werte für manuell verblendete Einzelkronen (VT), für überpresste Einzelkronen (PT) und für Einzelkronen in der Sinterverbundtechnik (ST) dargestellt. Deutlich erkennbar ist der signifikant höhere Wert für die Sinterverbundtechnik.



onen erhöht. Im Interesse des Patienten sollte deshalb der Anwendung der beschriebenen Technologien besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Danksagung

Für die Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeiten bedanken wir uns bei der Firma Sirona, Bensheim, insbesondere bei Herrn Phillip Schulze zur Wiesch, sowie bei der Firma Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein.

Literatur

1. Beuer F, Edelhoff D, Gernet W, Sorensen JA. Three-year clinical prospective evaluation of zirconia-based posterior fixed dental prostheses (FDPs). *Clin Oral Investig* 2009;13:445-451.
2. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J* 2008;204:505-511.
3. Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W, Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings – a new fabrication mode for all-ceramic restorations. *Dent Mater* 2009;25:121-128.
4. Beuer F, Stimmelmayer M, Gernet W, Edelhoff D, Guh JF, Naumann M. Prospective study of zirconia-based restorations: 3-year clinical results. *Quintessenz Int* 2010;41:631-637.
5. Bindl A, Luthy H, Mormann WH. Strength and fracture pattern of monolithic CAD/CAM-generated posterior crowns. *Dent Mater* 2006;22:29-36.
6. Edelhoff D, Beuer F. Update – Digitale Zahnmedizin. *Teamwork* 2009; 12:85-91.
7. Güth J, Edelhoff D, Beuer F, Ramberger M, Schweiger J. Intraorale digitale Erfassung – Der logische Einstieg in die CAD/CAM-Fertigungskette. *Quintessenz Zahntech* 2009;35:1156-1166.
8. Mehl A, Ender A, Mörmann W, Attin T. Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comput Dent* 2009;12:11-28.
9. Raigrodski AJ, Chiche GJ, Potiket N et al. 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.
10. Schweiger J, Beuer F. Sinterverbundkronen: Hightech – Verblendkeramikkkronen im reinen CAD/CAM-Verfahren. *Quintessenz Zahntech* 2009;35:262-272.
11. Schweiger J, Beuer F, Edelhoff D. Digital Workflow Teil 1. *Quintessenz Zahntech* 2010;36:1174-1181.
12. Schweiger J, Beuer F, Edelhoff D. Digital Workflow Teil 2. *Quintessenz Zahntech* 2010;36:1376-1382.
13. Schweiger J, Beuer F, Eichberger M. Sinterverbundkronen und -brücken: Neue Wege zur Herstellung von computergefertigtem Zahnersatz. *Dig Dent News* 2007;1:14-21.
14. Schweiger J, Erdelt KJ, Beuer F. Rapid Prototyping – Technik der Zukunft. *Dent Labor* 2004;52:1109-1118.
15. Spiegel M. Die CAD-on-Technik, Teil 1. *Dent Labor* 2010;58:1324-1329.

16. Tauch D, Albrecht T. Die CAD-on-Technik, Teil 3. Dent Labor 2010;58:1644-1651.
17. Watzke R, Peschke A, Perkon F. Die CAD-on-Technik, Teil 2. Dent Labor 2010;58:1474-1481.



ZT Josef Schweiger
PD Dr. Florian Beuer
ZT Marlis Eichberger
Prof. Dr. Daniel Edelhoff
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
(Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. dent. Dr. h. c. Wolfgang Gernet)
Klinikum Innenstadt der Universität München
Goethestraße 70, 80336 München
E-Mail: Zahn.Labor@med.uni-muenchen.de

