

Intraorale Abformung mit der Kamera

Künftig gehen digitale Datensätze von Abformungen um die Welt – zumindest von der Ordination in das Zahntechniklabor. Die Vorteile der Digitalisierung für Behandler und Patienten werden derzeit viel diskutiert. Von Manfred Kern, Deutschland.

Eine der wichtigsten Veranstaltungen im deutschsprachigen Raum, welche die Erfahrungen mit Vollkeramik und mit den CAD/CAM-Verfahren auf den Prüfstand stellt, ist das Keramik-Symposium der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V. (AG Keramik), das alljährlich stattfindet. Auf dem 10. Keramik-Symposium Ende November 2010 stellte Prof. Dr. Bernd Wöstmann, Leiter der Zahnärztlichen Prothetik an der Universität Gießen, die Fortschritte in der Digitalisierung der intraoralen Kieferabformung in den Mittelpunkt seiner Ausführungen. Selbstverständlich ist, dass passgenaue und ohne weitere Korrekturen einsetzbare Restaurationen der Wunsch eines jeden Zahnarztes sind. Voraussetzung hierfür sind exakte Abformungen der Präparation und der Gebissituation. In dieser Disziplin hat seit geraumer Zeit die Digitalisierung Einzug gehalten, wobei die Anfänge der digitalen Abformung, durch Prof. Dr. Werner Mörmann an der Universität Zürich initiiert, bis ins Jahr 1985 zurückreichen. Wöstmann führte aus, dass auf dem Wege zu einer exakten Restauration die Abbildung der intraoralen Situation auf einem realen oder auch virtuellen Modell einen ganz entscheidenden Schritt darstellt, da die Herstellung definitiver Restaurationen – vom Inlay bis hin zu mehrgliedrigen Brücken – ausschließlich indirekt möglich ist. Aufgrund werkstofflicher und haptischer Bedingungen ist es bis heute nicht möglich, über die klassische Abformung mit Elastomeren ein „fehlerfreies“ konventionelles (Gips-)Modell herzustellen. Damit ist auch jedes auf Basis dieser Arbeitsunterlage erzeugte, virtuelle Modell ungenau – einerlei, wie präzise der Scanvorgang an sich ist. Deshalb liegt es nahe, den Scanvorgang direkt in der Mundhöhle durchzuführen.

Digitalisierter Scan

Nachdem der labortechnische Prozess bei der Herstellung vollkeramischer Restaurationen ohne CAD/CAM-Einsatz nur noch schwer vorstellbar ist, hat mit der Einführung lichtoptischer Scans zur intraoralen Abformung der nächste Schritt zur vollständigen Digitalisierung der Prozesskette von der Präparation bis zur Eingliederung des Zahnersatzes bereits begonnen (CEREC AC/Sirona, C.O.S. Lava/3M ESPE, iTero/Cadent-Straumann). Die Geräte ähneln sich in ihrer klinischen Handhabung, unterscheiden sich jedoch in ihren Funktionsprinzipien. Technisch sind die Systeme ähnlich aufgebaut, allerdings differenzieren die Verfahren bei der Gewinnung dreidimensionaler Datensätze.

CEREC AC nutzt für die Aufnahmeeinheit kurzwelliges Blaulicht und arbeitet nach dem Prinzip der Streifenlichtprojektion (Abb. 1). Der Scanvorgang erfolgt in Form von Einzelbildern; Winkelaufnahmen erfassen Zahnareale unterhalb des Äquators und erhöhen die Wiedergabegenauigkeit. Mehrere Aufnahmen werden durch den Abgleich zu einem Quadranten

oder Kiefer zusammengerechnet (Abb. 2), ebenso Gegenbiss und Bissregistrat. Das Wavefront Sampling von C.O.S. Lava erfasst die Zahnform durch die Bewegung der Videokamera über die Zähne. Durch Positionsänderung der einzelnen Bildpunkte während der Aufnahme kann

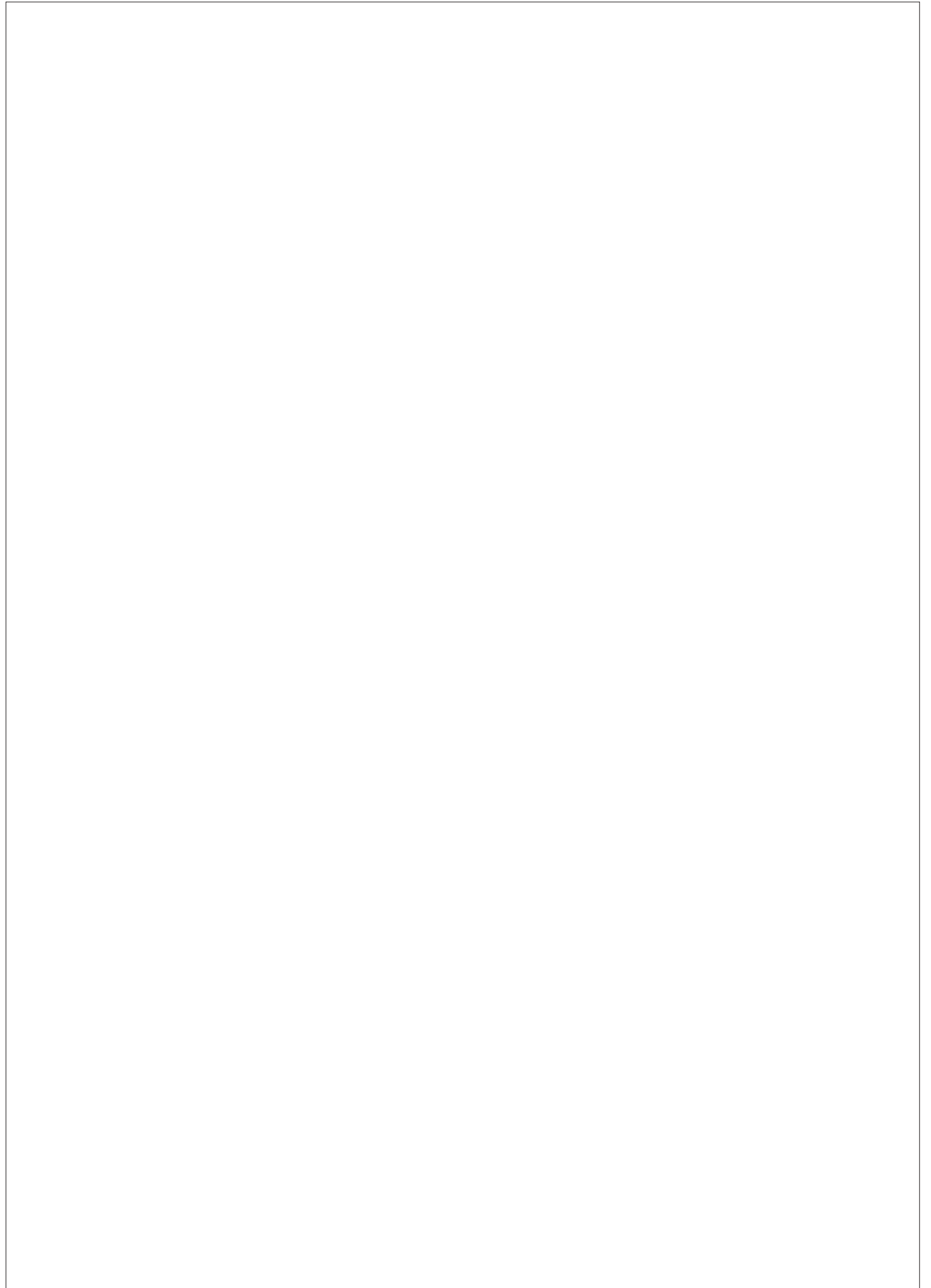
deren Abstand zur Kamera berechnet werden, wodurch eine dreidimensionale Darstellung der Zahnreihe entsteht (Abb. 3, 4). Der iTero Scanner arbeitet nach dem Prinzip der Laser-Triangulation. Die Aufnahme erfasst den Zahn und scannt vertikal 300 Ebenen mit jeweils 50 µm Tiefe (Abb. 5).

Die Scan-Genauigkeit von CEREC AC und C.O.S. Lava entspricht laut Wöstmann einer konventionellen Hydrokolloid- und Polyvinylsiloxan-Abformung. Unterschiede waren nicht signifikant.¹ Bei Messungen mit C.O.S. Lava hergestellten Kronenkäppchen lag der Mittelwert aller Randspalten

bei 33 µm (± 16 µm). Bei den mit konventioneller Abformtechnik hergestellten Käppchen betrug der mittlere Randspalt 69 µm (± 25 µm). Vergleichbare Ergebnisse wurden im Rahmen einer klinischen Studie fest-



ANZEIGE



gestellt.² Der mittlere, marginale Randspalt der konventionell hergestellten Kronen betrug 71 µm gegenüber 49 µm bei den mit C.O.S. Lava hergestellten Kronen. Literaturbelegt ist für CEREC 3D eine Toleranz von 40 µm (± 21 µm).³ Ein weiterer Vorteil der optischen Abformung besteht darin, dass die eingescannte Präpara-

nen deutlichen Gewinn an Behandlungskomfort. Vorteile ergeben sich auch durch den Wegfall von Arbeitsschritten, besonders in der Praxis: Auswahl des Abformlöffels, Anmischen der Abformmasse, Abwarten von Abbinde- und Desinfektionszeiten sowie eventuell die Modellherstellung. Weniger Behandlungs- und Arbeitsschritte bedeuten auch weniger Fehlerquellen und eine bessere Standardi-

dass hier weiterhin konventionelle Abformtechniken zum Einsatz kommen.

Digital formt genauer ab

Prof. Dr. Gerwin Arnetzl, Universität Graz, verglich auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computergestützte Zahnheilkunde (DGCZ) die Abformpräzision digital generierter Abformungen mit konventionellen Elastomer-Abdrücken. Wenn konven-

46,5 µm, sodass im indirekten Verfahren hergestellte Kronen literaturbelegte Abweichungen von 114 µm erreichen.^{4,5} Unterschiedliche elastomere Abformtechniken verursachen zum Teil erhebliche Abweichungen. So wurden bei analoger Abformung eine Abweichung von 49 µm bei Standardabformung und 122 µm bei Vergleichsabformung festgestellt.⁶ Die Untersuchungen zu analogen Ab-

Digital bzw. optoelektronisch erzeugte Messaufnahmen wiesen bei unterschiedlichen Behandlern/-innen Messgenauigkeiten von 11 µm auf.⁷ Die Abweichungen, bezogen auf einen ganzen Quadranten, liegen bei der analogen Abformtechnik zwischen 72 und 101 µm, während die Messfehlertoleranz bei digitalen Aufnahmen unter Einbeziehung von präzisionssteigernden Winkelaufnahmen in der Größenordnung von 35 µm liegt. Potenzielle Fehlerquellen bieten hierbei die Scannerjustierung, magnetische Störfelder bei der Bildverarbeitung, Bildrauschen und die Software. Diese Daten belegen laut Arnetzl, dass digital generierte Daten bei korrekter Handhabung von Kamera oder Scanner weniger Fehler und eine größere Präzision aufweisen als die konventionelle Abdrucktechnik mit Elastomeren.⁸ Aus den Scans der Quadranten oder des gesamten Kiefers mit Gegenbiss wird computerunterstützt ein virtuelles Oberkiefer- bzw. Unterkiefer-Modell errechnet. Die Datensätze von C.O.S. Lava und iTero gehen vom Zahnarzt via Internet an den Hersteller, werden dort geprüft, und die Fertigung eines Kunststoffmodells wird ausgelöst (Abb. 9, 10). Der Zahntechniker hat nach der CAD-Konstruktion der Restauration die Wahl, das Gerüst im Fräszentrum oder im Eigenlabor auszufräsen. Das Kunststoffmodell ist zur Schichtung der Verblendung und zur Artikulation erforderlich. CEREC AC berechnet ebenfalls ein virtuelles Modell (Abb. 11). Gerüstfreie Kronen und kurzspannige Brücken können direkt vom Datensatz im Ordinationslabor oder im Zahntechniklabor mit Online-Anbindung sofort ausgeschliffen werden. Für Verblendkronen und mehrgliedrige Brücken ist ein stereolithografisch gefertigtes Kunststoffmodell erforderlich, das von Infinident (Sirona) geliefert wird und die Verblendung des Gerüsts sowie die Artikulation ermöglicht (Abb. 12–15).

Fazit

Insgesamt bieten die optoelektronischen Abformsysteme ein großes Zukunftspotenzial. Aufgrund der Vorteile in Bezug auf Standardisierung, Qualitätssicherung und Patientenkomfort haben digitale Intraoral-Abformsysteme insgesamt ein großes Zukunftspotenzial und werden in den kommenden Jahren immer zahlreicher im zahnärztlichen Alltag anzutreffen sein. Die damit geschaffenen Datensätze vereinfachen im Online-Datenaustausch die Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker, unabhängig von der Entfernung. Ergänzende Fazialfotos, Angaben zur Zahnfarbe, Individualisierung, zum Werkstoff, zum Okklusionskonzept etc. können angehängt werden. Das alles geschieht ohne konventionelle Abformung mit Würgereiz, ohne Wachs-biss und ohne Gipsmodell. **ET**

Die Literaturliste ist unter www.dental-tribune.com unter der Rubrik Specialities nachzulesen.

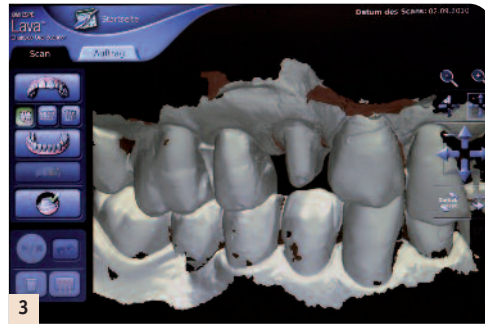
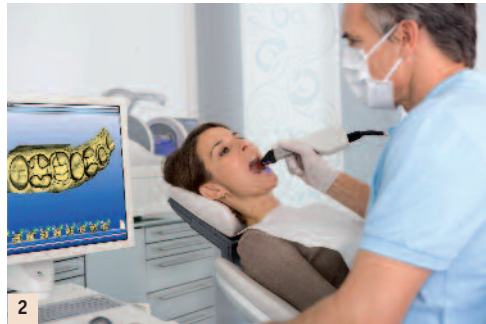
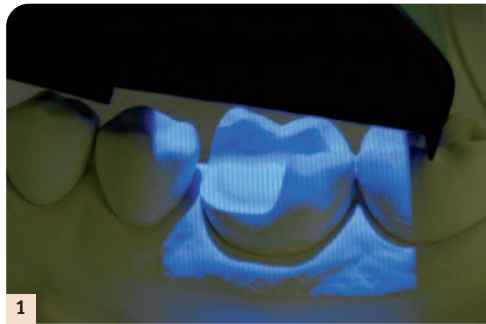


Abb. 1: Kurzweiliges Blaulicht mit Streifenlichtprojektion, System CEREC AC. (Foto: Ender) – Abb. 2: Einzelaufnahmen werden zu einem Modell zusammengefügt. (Foto: Sirona) – Abb. 3: Optoelektronischer Intraoral-Scan des C.O.S. Lava-Systems. Kronenstumpf und Präp-Grenze sind exakt dargestellt. Der Datensatz erlaubt neben der Gerüstfertigung auch die Produktion eines stereolithografisch hergestellten Kunststoffmodells (SLA) mit Gegenbiss. (Bild: Wöstmann)

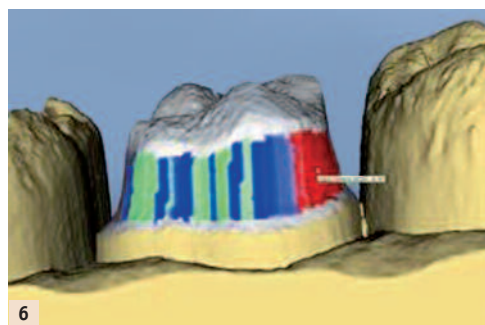
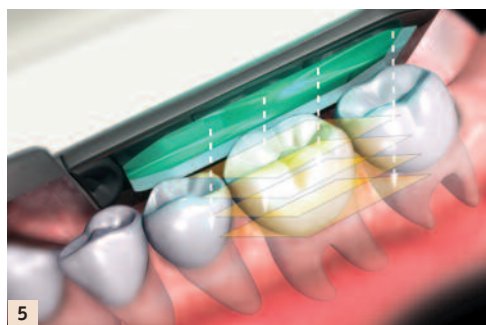
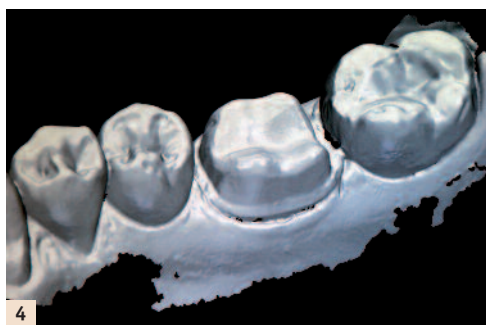


Abb. 4: Intraoral-Scan (C.O.S.) eines Molaren mit höckerunterstützender Präparation für ein ZrO₂-Kronengerüst. (Bild: Wöstmann) – Abb. 5: iTero scannt den Zahn mit Laser-Triangulation über mehrere Ebenen. (Foto: Straumann) – Abb. 6: xxxxxx

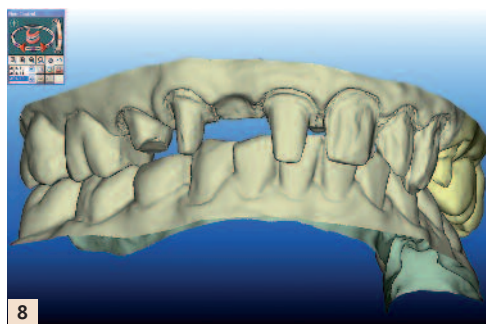
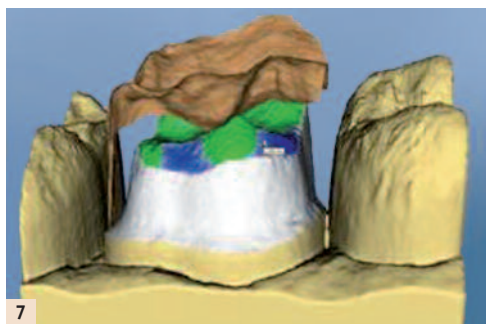


Abb. 7: Der virtuelle „Präp-Check“ kontrolliert die Präparationsgrenzen sowie die okklusale Reduktion mit Gegenbiss. (Foto: Lauer) – Abb. 8: Der Ganzkiefer-Scan für eine Brückenkonstruktion, System iTero. (Foto: Straumann) – Abb. 9: Stereolithografisches Kunststoffmodell (SLA), System C.O.S. Lava. (Foto: 3M ESPE)

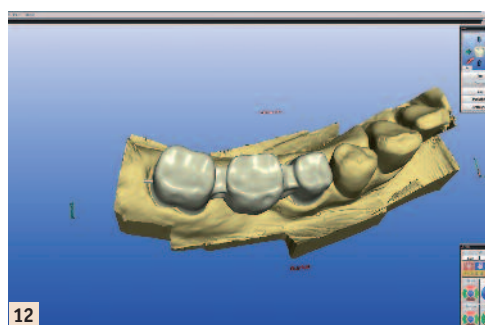
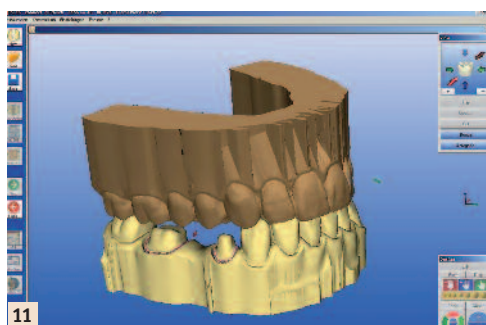


Abb. 10: Digital gefrästes Kunststoffmodell, System iTero. (Foto: Straumann) – Abb. 11: Digitales Ganzkiefermodell, mit CEREC Connect-Software gerechnet, Basis für die Modellfertigung, die Konstruktion und für den Ausschleifprozess des Gerüsts. (Foto: Sirona) – Abb. 12: CEREC-Konstruktion für eine Brücke. (Foto: Baltzer)

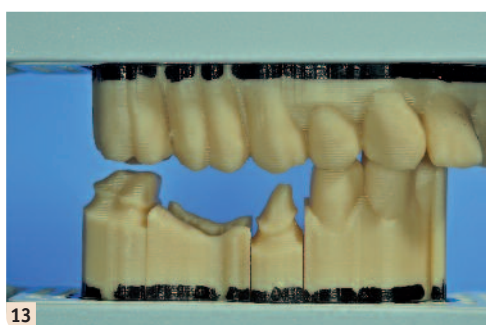


Abb. 13: SLA-Modell (Acryl) für die Aufpassung des Gerüsts. (Foto: Baltzer) – Abb. 14: ZrO₂-Gerüst bei der Aufpassung. (Foto: Baltzer) – Abb. 15: Verblendung und Artikulation, System CEREC AC und inLab. (Foto: Baltzer)

tion direkt am Bildschirm kontrolliert und gegebenenfalls vorhandene Unzulänglichkeiten direkt korrigiert werden können (Abb. 6–8). Auch bieten die Scan-Verfahren gerade für Patienten/-innen mit starkem Würgereiz ei-

sierung, wodurch die Vorhersagbarkeit der Behandlungsergebnisse verbessert werden kann. Bei deutlich infragingival liegenden Kronenrändern stoßen optische Systeme laut Wöstmann noch an ihre Grenzen, so-

tionelle Abformungen eine Rückstellung nach Verformung von 98,5 Prozent aufweisen, bedeutet das für eine Inlaykavität eine Passungsgenauigkeit von 35–75 µm. Dazu addieren sich bei Gussobjekten noch Toleranzen von

formverfahren waren in aller Regel jedoch 2-D-Vermessungen; die neuen Studien zur Abbildungsgenauigkeit von lichteoptischen Verfahren wurden mit 3-D-Volumendifferenzanalysen durchgeführt.

Kontakt

Manfred Kern
Schriftführung der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V.
info@ag-keramik.de
www.ag-keramik.eu